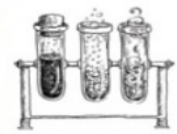
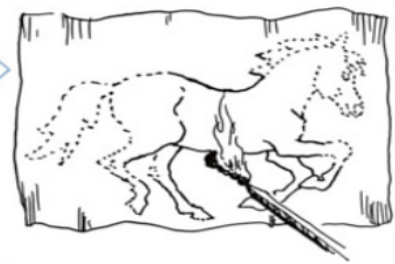
Простая наука для детей

Химические опыты



Как рисовать с помощью огня?



Какой газ самый легкий?

Как вырастить кристалл?

Что такое киноварь?

Бывает ли бесцветный йод?

Аванта

SHOUT
SHARE
IT

Annotation

Книга Владимира Владимировича Рюмина (1874–1937) «Химические опыты» расскажет нам о химии и химических опытах, которые просто (и безопасно) проводить дома. Какое вещество слаще сахара? Можно ли превратить воду в молоко или вино? Как погасить огонь серой? На все эти вопросы найдется увлекательный ответ. Для среднего школьного возраста.

- Владимир Рюмин
  -
  - Введение
  - Что такое химия
  - Три «кита» химии
    -
    - Превращение воды в молоко
    - Самая нужная кислота
    - Катализаторы химических реакций
  - Вода и вино в одной бутылке
    -
    - Превращение воды в чернила и обратно
    - Мнимая ошибка физиков
    - Вода — в молоко, молоко — в воду
    - Превращение воды в «кровь»
    - Как одной краской красят в разные цвета
    - Секрет старых красильщиков
    - Забытое слово
    - «Канцелярское семечко»
    - Химия органическая и неорганическая
    - Фабрики красок — предприятия далеко не невинные
    - Что слаще сахара?
    - Золото растворимое и растворенное
    - Исторический курьез
  - Опыты с газами
    -
    - Самый легкий газ
    - Замазка Менделеева
    - Вода из огня
    - Переливание… вверх
    - Мыльные пузыри
    - Из желтого в зеленое без прибавления синего
    - Последний перманентный газ

- Газ разнообразного применения
  -
  - Хлор и Фарадей
  - Хлор, цветы и цвета
  - Окраска хлором в синий цвет
  - Окраска хлором в красный цвет
  - Еще окраска хлором
  - Горение без воздуха
  - Самовоспламенение
  - И негорючее может гореть
  - Дымовая завеса
  - Фейерверк в склянке
  - Хлор в мировой войне
  - Еще страшный газ
  - «Страшный спутник наших жилищ»
  - Голубой и водяной газы
  - Газы дыхания и горения
  - Реакции экзо- и эндотермические
  - Газ, в котором горит железо
  - Горящее железо
  - Ошибка Жюля Верна
  - Живые мертвецы
  - Химия неба
  - Куда делся кусочек угля?
- «Нечто невидимое» и опыты с ним
  -
  - «Таинственный» опыт с весами
  - Природа — архитектор
  - Плавающие пузыри
  - Отчего стреляет пушка
  - Очистить яйцо, не разбив скорлупы
  - Ныряющее яйцо
  - Растущее яйцо
  - Яйцо в графине
- Опасные газы
  -
  - Химические мотыльки
  - Вредные газы, приносящие пользу
  - Дар вулканов
  - Опыты с сернистым газом
  - Гашение огня горящей серой
  - Зеленый лев
  - Белый снегирь
  - Газ тухлых яиц

- Кое-что о трехцветных кошках
- Превращение белой кошки в черную
- Отчего темнеют картины
- Химическое хлебопечение
- Домашний огнегаситель
- Опасность безопасных веществ
- Взрывчатые вещества
- Кто изобрел порох?
- Укрощенный нитроглицерин
- Пикриновая кислота и тротил
- Мирное применение взрывчатых веществ
- Курящийся мыльный пузырь
- Кое-что о военной химии

○ Безопасная пиротехника
-
- Огонь-художник
- Бумага, горящая цветным пламенем
- Цветное пламя

○ Кое-что о кристаллах
-
- Цветной раствор бесцветного вещества
- Медленная кристаллизация
- О солях в природе и в технике
- Зимний сад… летом
- Сад химика

○ Химические шутки
- Как сварить яйцо без огня
- Рассказ о «неблагонравном мальчике»
- Что написано пером…

○ Заключение

○ Что должен знать каждый, желающий самостоятельно проделать опыты, описанные в этой книжке
-
- Как гнуть и тянуть стеклянные трубки
- Как разрезать бутылку
- Как нагревать, кипятить и выпаривать жидкости
- Как обращаться со спиртовой лампочкой
- Как измельчать и растворять твердые вещества
- Как фильтровать растворы
- Как обращаться с огнеопасными веществами

○ Общие правила
-
- Общие правила предосторожности
- Основные химические законы

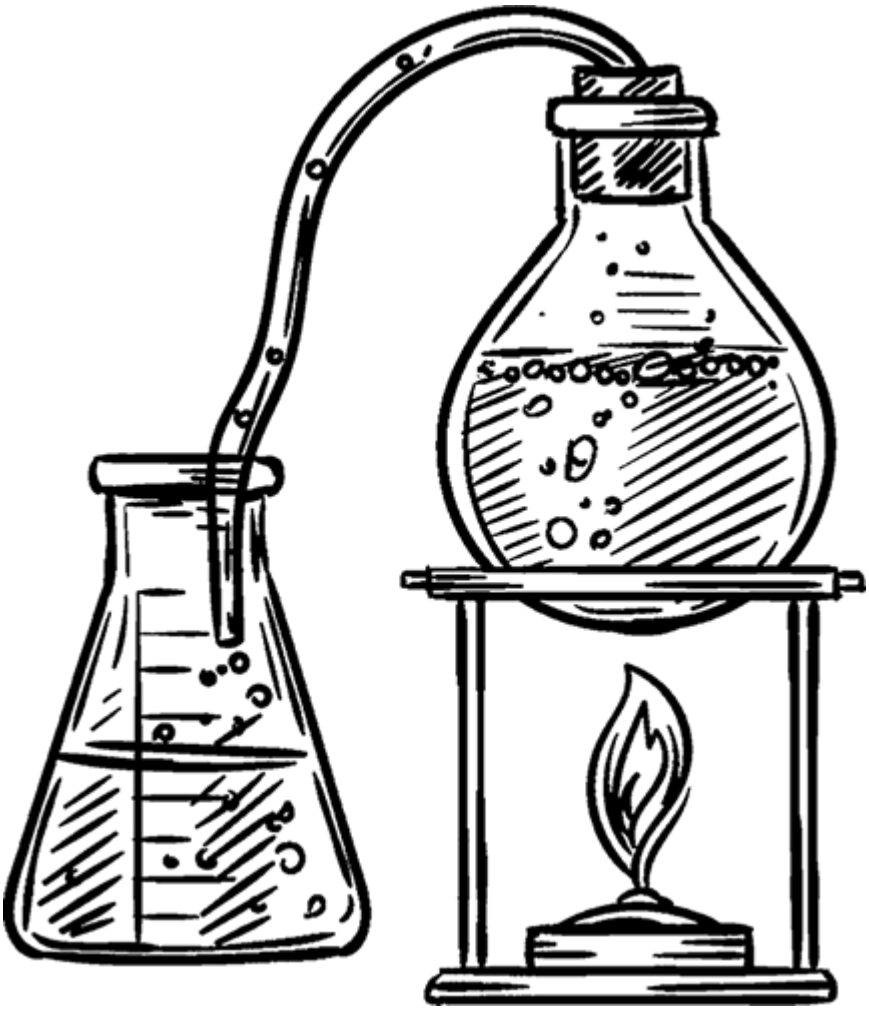
- Закон Менделеева
- Перечень наиболее применяемых в технике элементов

Владимир Рюмин
Химические опыты

© Ю. Станишевский, илл., 2018
© Е. Шелкун, илл., 2018
© ООО «Издательство АСТ», 2018

* * *

Введение



Хотя книга не преследует учебных целей, все же я думаю, что незнакомый с химией вынесет из нее начальные понятия об этой науке; знакомый же найдет в ней указания на то, как использовать свои познания для постановки опытов в более эффектном виде. Настоящая книжка имеет в виду читателей, умеющих соблюдать осторожность в обращении с некоторыми не вполне безопасными веществами. Как следует обращаться с ними, чтобы не повредить себе и другим, указано в особом дополнении в конце настоящей книги; читатель, даже совершенно незнакомый с химическими манипуляциями, найдет там необходимые указания к их выполнению.

Владимир Владимирович Рюмин

Что такое химия

Один из героев французского писателя Мольера всю жизнь не знал, что он говорит… прозой.

Многие, впрочем, и сейчас этого не знают, как не знают и того, что всю жизнь имеют дело с химией.

«Как же, — скажут они, — мы даже не знаем, что такое химия!»

И мольеровский герой не знал, что такое проза, — потому-то и не подозревал, что он ею говорит. Кто знаком с химией, нашего утверждения опровергать не станет.

Химия — это наука о составе веществ и изменении их внутреннего строения. Веществ, а не вещей.

Вещь может быть сложной по своему устройству и простой по составу и — наоборот: с виду крайне простой, а по составу необычайно сложной.

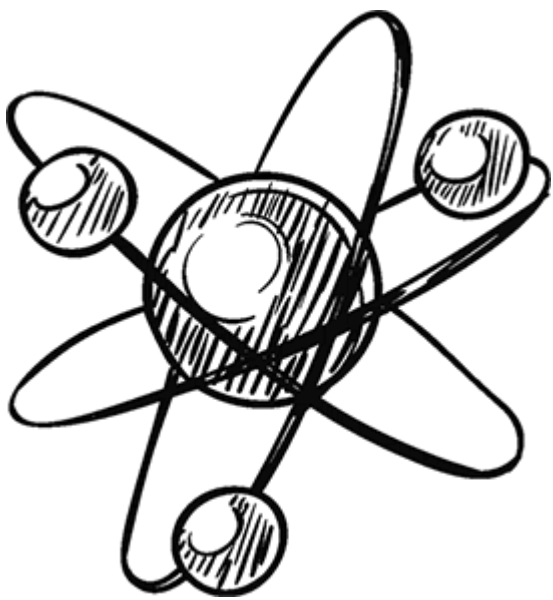
Дверной замок — вещь. Собран он из многих отдельных частей, хитро прилаженных друг к другу; но все эти части и весь замок в целом сделаны из одного вещества — из железа. Сложная вещь по устройству, а по составу вещества — простая.

Вот как будто совсем простая вещь — полено дров. Между тем, по составу веществ, в нем заключающихся, — одна из самых

сложных в мире.

Химия и занимается не самыми вещами, а теми веществами, из которых состоят вещи, минералы, растительные и животные организмы. Эти вещества могут быть химически-сложными, разлагаемыми на простые, и химически не разлагаемыми (химическими элементами). Все газообразные, жидкие и твердые вещества, хотя и кажутся сплошными, состоят из отдельных частиц (молекул). Молекулы построены из атомов. Молекулы химических элементов — из одинаковых атомов, а сложных веществ — из разных. Химия изучает строение молекул, перегруппировку в них атомов при химических реакциях (взаимодействии веществ) и явления, сопровождающие эту перегруппировку.

«Вещество», материя образует все отдельные вещества, весь окружающий нас мир. Зная это, трудно отрицать, что мы, и не будучи химиками, но всю жизнь имея дело с различными вещами, а, следовательно, и с веществами, из которых они состоят, тем самым волей-неволей имеем дело и с химией.



Вставши утром, вы подошли к умывальнику и взяли в руки кусок мыла. Вот вы уже имеете дело с химией, в виде одного из ее продуктов, и с химическим процессом — действием мыла на кожу.

Вы зажгли свечу или лампу, затопили печь, наконец, просто закурили папиросу, — опять-таки, не отдавая себе отчета, вы воспроизвели ряд химических явлений, и притом настолько интересных, что мне еще придется с вами поговорить о них

подробно.

А сколько людей занято химией, чтобы доставить нам все необходимое для жизни!

Вставая утром, вы оделись и обулись. Одежда, то есть пряжа и ткань, из которой она сделана, химически побелены и окрашены, кожа ботинок выдублена и вычернена. Все это химические процессы, как и предварительное изготовление нужных для этого белящих и красящих веществ.

Кстати: знаете, откуда получается большинство современных красок? Из темно-бурой каменноугольной смолы. Сотни различных ярких, радующих наш глаз красок добывают из нее химики; и сверх того, хотя смола пахнет прескверно, из нее же получают они благовонные ароматические вещества. Та же смола дает ряд ценных лекарств, помогающих при различных болезнях, обеззараживающие вещества и материалы для изготовления убийственных ядов.

Как видите, химия — наука разносторонняя.

Одевшись и умывшись, вы садитесь пить чай, и опять перед вами дары химии.

Листочки чайного дерева не просто засушены, они предварительно провялены, подвергнуты химическому процессу брожения.

В стакан с чаем вы положили кусок-другой сахара. Кто же не знает, что он выделывается на специальных заводах, с помощью сложной химической обработки свекловичного сока?

Булка к чаю — продукт химических процессов брожения и печения теста.

Отпив чай, вы, скажем, садитесь за стол писать или рисовать — и видите, что и тут химия вместе с другими науками и техникой пришла вам на помощь, изготовив чернила, «химический» карандаш, краски и бумагу.

Химия — удивительная наука! Она научила нас познавать состав небесных тел и даже определять их возраст, она вручила нам оружие для борьбы со многими болезнями, она является основой и существом многочисленных производственных процессов. Благодаря химии и ее достижениям мы изучаем «поведение» вещества, увеличиваем количество и улучшаем качество нашей продукции.

Первым бессознательным химиком был доисторический дикарь, который зажег огонь. Быть может, это случилось много тысяч лет спустя после появления на земле человека. Но и до этого времени люди дышали и питались; значит, и до этого в их

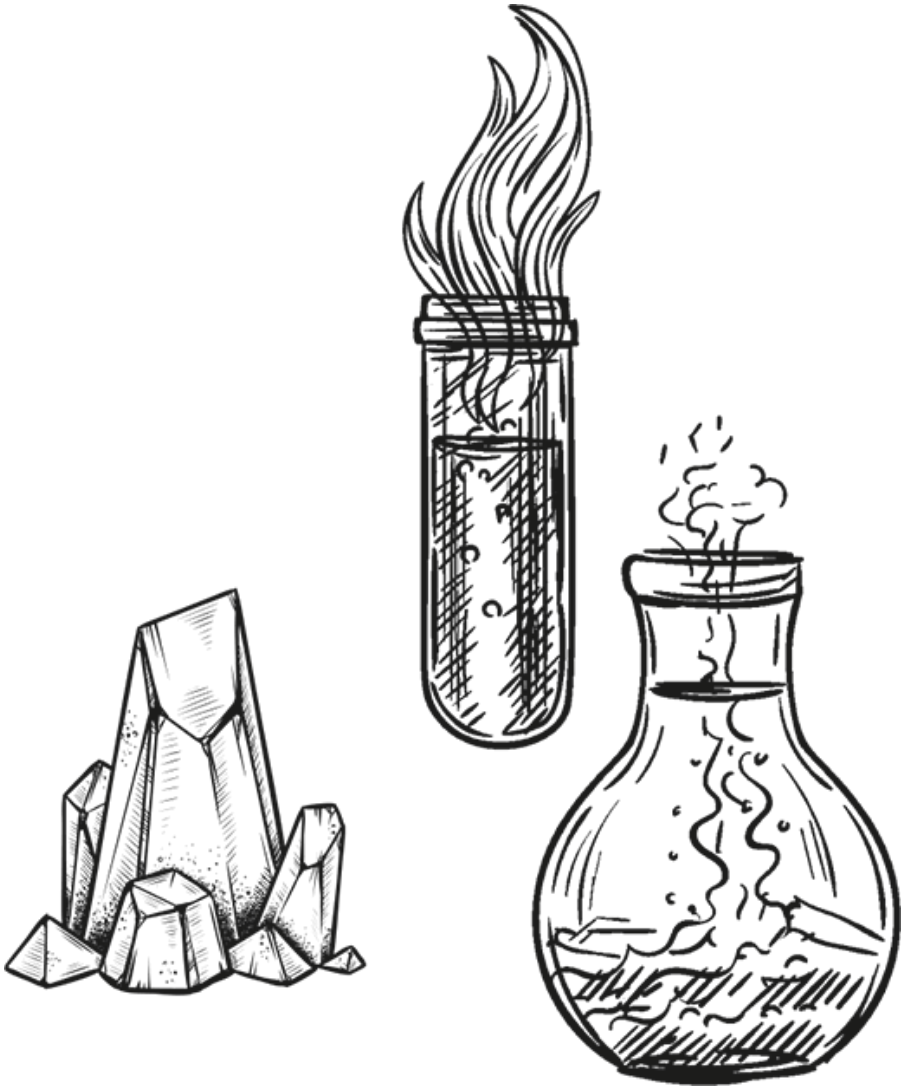
организмах, неведомо для них самих, совершались химические процессы.

В наше время без химии и без знания ее обойтись невозможно. Нет отрасли человеческой жизни, которая не имела бы прямой или косвенной связи с этой великой наукой. Колхозника она учит, как удобрять обрабатываемую им почву, воину помогает поражать врага, врачу — лечить больных, художнику — писать картины, инженеру, рабочему — выплавлять металлы, производить стекло, сахар, керосин, бумагу и тысячи других продуктов. Даже поэту она подносит чернила, чтобы он мог зафиксировать продукты своего творчества, и типографскую краску, чтобы напечатать свои стихи.

Таким образом, часто сами этого не подозревая, мы тесно связаны с химией!

Познакомимся же с ней. Но знакомство это произведем не по специальному учебнику химии, а по этой книге. Попытаемся на легких, интересных опытах узнать основы этой науки.

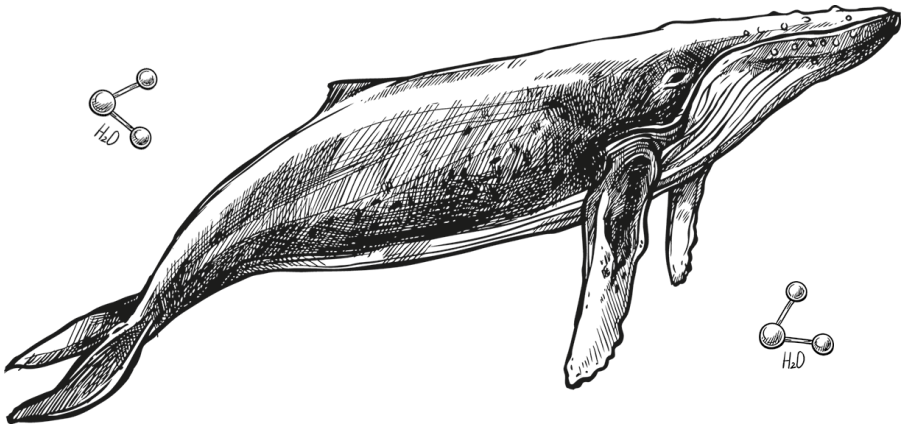
Будьте осторожны, проводя описанные здесь опыты. Не пробуйте никаких веществ на вкус и тщательно мойте руки после работы. Не пытайтесь преждевременно делать самостоятельные исследования: «Что, мол, у меня получится, если я вот в эту жидкость да волью той?» — или «а ну-ка растолку в ступке вот эти кристаллы с тем порошком: что из этого выйдет?» и т. п. Выйти может очень плохое дело: может выделиться ядовитый газ, может произойти взрыв. Самые невинные общеупотребительные вещества, свободно продаваемые в любой аптеке, в соединении с другими такими же, в отдельности безопасными, могут образовать новое, крайне опасное вещество.



Любознательность — качество похвальное, но в данном случае пусть у вас над нею преобладает знание и осторожность. Немало людей поплатилось за невежество своим здоровьем и даже жизнью при таких опытах «на авось». Но, конечно, берясь за химические манипуляции, нельзя быть и чрезмерно нерешительным. При осторожности и аккуратности, при соблюдении особых в каждом случае условий, никакие яды, никакие взрывчатые вещества не опасны, если с ними обращаться надлежащим образом.

Лучше всего, конечно, работать совместно с товарищами, а не в одиночку: и веселее, и интереснее, и безопаснее.

Три «кита» химии



Исследуя вещества, из которых состоит окружающий нас видимый мир, ученые разделили их по сходным признакам на группы.

Громадное большинство этих веществ удалось разложить на более простые, но часть их до самого последнего времени никак не поддавалась такому разложению, и им приписывалась абсолютная элементарность состава. Считалось, что все металлы и часть неметаллов являются теми «кирпичами мироздания», из которых построена Вселенная.

Однако, с 1919 года, когда одному английскому ученому удалось доказать сложность состава азота, наше представление о делении веществ на простые и сложные значительно изменилось.

К этому делению я еще вернусь в дальнейшем, а пока укажу, что среди веществ, заведомо сложных, выделяются три группы, имеющие особо важное значение для прикладной химии: **кислоты, основания и соли.**

Народная фантазия представляла Землю стоящей на трех китах. Наука давно освободила китов от этой непосильной для них задачи и предоставила Земле свободно нестись в мировом пространстве.

«Три кита химии», напротив, все еще несут свою службу, поддерживая стройную систему классификации веществ.

Из кислот вы, вероятно, ближе всего знакомы с уксусной, которой столовый уксус обязан своим вкусом. Возможно, что слыхали и о других кислотах пищевых веществ: молочной, яблочной, лимонной и пр. Из минеральных кислот, вероятно, знаете серную, а может быть еще азотную и соляную.

Растворимые кислоты окрашивают раствор лакмуса

(растительной краски, добываемой из некоторых лишаев) или пропитанную ими бумажку в красный цвет. Все они содержат в своем составе элементы неметаллического характера (так называемые металлоиды).

Определять, что такое основания, пока не буду; я объясню вам это понятие несколько позже. Пока удовольствуемся сведением, что легко растворимые в воде основания (щелочи) имеют характерный «мыльный» вкус и окрашивают лакмус в синий цвет.

Вообще, как кислоты, так и щелочи меняют цвета многих красок, и притом не одинаково. Эта способность их даст нам богатый материал для проделывания очень эффектных опытов — химических фокусов.

При соединении кислот с основаниями образуются соли. Характерным примером последних будет хорошо вам знакомая обыкновенная поваренная соль, давшая свое название этому классу соединений. Однако, не все соли солоны на вкус. Между ними есть и горькие (применяемая как лекарство сернокисломагниевая соль так и называется горькой солью), есть и сладкие (уксусно-кислосвинцовая не даром носит название свинцового сахара). Не вздумайте только пробовать их на вкус!

Все соли способны образовывать кристаллы, и многие из них не действуют на лакмусовую бумажку, — многие, но далеко не все.

Соли далеко не всегда бесцветны, как поваренная соль: многие из них окрашены. Соли могут вступать в химическое взаимодействие друг с другом, причем в некоторых случаях из растворимых солей получаются нерастворимые, из бесцветных — окрашенные, из солей одного цвета — соли другого цвета. Реакции, при этом происходящие, называются реакциями обменного разложения.

На этих свойствах солей основана целая серия поразительных опытов-«фокусов», которые я вам собираюсь показать. Но гораздо важнее то, что на тех же свойствах держится техника производства кислот и оснований, солей, красок и крашения пряжи и тканей и других химических производств.

Превращение воды в молоко

У известного американского писателя Брет-Гарда в повести «История одной руды» есть такая сценка:

«Незнакомец обмакнул в склянку сухую былинку и стряхнул с нее каплю в воду. Вода осталась такой же чистой и прозрачной, как прежде.

— Теперь брось туда щепотку соли.

Кунго повиновался. В ту же минуту на поверхности воды показался беловатый пар, и вся вода стала молочного цвета.

— Это колдовство! — воскликнул Кунго.

— Это хлористое серебро! Неуч!»

Какая реакция описывается здесь романистом и верно ли она описана?

Следующий опыт даст вам ответ на эти вопросы.

На столе пустой стакан. Можете осмотреть его, — в нем нет ничего магического; стакан как стакан.

Два таких же стакана, наполовину налитых каждый, насколько можно судить по виду, прозрачной чистой водой,

держу в правой и левой руке.

Я сливаю воду из обоих стаканов одновременно в стакан, который стоит на столе.

Чудеса! Лил воду, а стакан наполнился… молоком.

Но стоит подождать несколько минут, и иллюзия рассеивается — густой белый творожистый осадок опускается на дно стакана, а вода над осадком снова становится прозрачной.

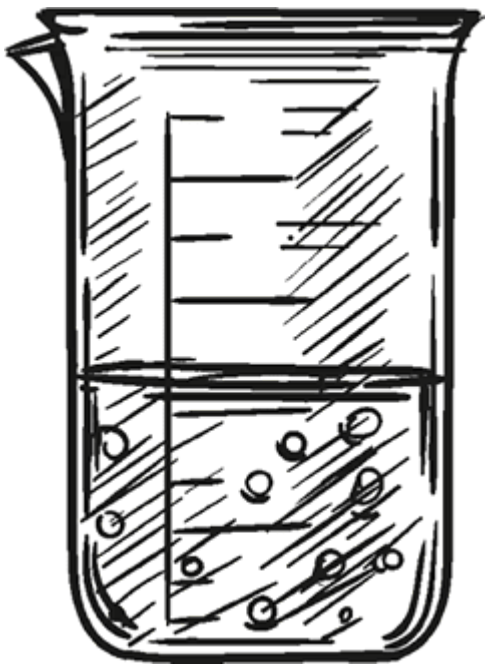
Поэтому, если, повторяя мой опыт, вы не захотите испортить его эффект, немедленно прячьте стакан с «молоком» в стол и переходите к другим фокусам. Я же открою вам секрет превращения.

В стаканах, которые я держал в руках, была налита не вода, а прозрачные водные растворы: в одном — обыкновенной поваренной соли (хлористого натрия), в другом — ляписа (азотнокислого серебра). Имейте в виду, что ляпис ядовит, обращайтесь с ним с особенной осторожностью, в руки не берите, вынимайте его из баночки, в которой храните, пинцетом; баночка должна быть из темного стекла, так как на свету ляпис разлагается. На этом, между прочим сообщу вам, и основано его применение в фотографии. Растворять азотнокислое серебро

необходимо в перегнанной (дистиллированной) воде, купленной в аптеке, так как в обыкновенной воде оно дает муть.

При сливании растворов произошла химическая реакция (взаимодействие) — соли обменялись металлами, входившими в их состав. Получились: хлористое серебро, нерастворимое в воде и вскоре осевшее в виде снежно-белого осадка, и азотнокислый натрий (селитра), оставшийся в растворе.

В последнем нетрудно убедиться, если, осторожно слив жидкость с осадка, выпарить ее в фарфоровой чашечке на спиртовой лампе. Когда вода выкипит, на дне останутся кристаллики селитры.



Маленькое замечание практического характера: оттого-то и нельзя растворять ляпис в водопроводной воде, что самая, казалось бы, чистая и на вкус совершенно пресная вода содержит всегда в растворе хотя бы следы поваренной соли. В лабораториях пользуются описанной реакцией для определения количественного содержания в воде хлористого натрия. Осадив его полностью из отмеренного количества испытуемой воды, осадок высушивают и взвешивают. Химические соединения, в отличие от простой смеси веществ, происходят лишь при наличии строго определенных весовых отношений между составляющими их веществами. Зная вес образовавшегося хлористого серебра, химик умеет вычислить, какое количество соли было в испытуемой воде.

Самая нужная кислота

Крайне благоприятным обстоятельством для развития химической промышленности является тот факт, что самая важная из всех кислот является и самой дешевой.

Это — серная кислота.

Количество серной кислоты, вырабатываемое в той или иной стране, является показателем развития в этой стране химической промышленности вообще.

Еще бы! Без серной кислоты химик «как без рук». Она необходима для получения большинства других кислот, как минеральных, так и органических, очень многих солей и других химических соединений. Она применяется для превращения древесины в газетную бумагу, для превращения крахмала в сладкую патоку, для получения многих красок и взрывчатых веществ, для очистки нефтяных продуктов, в технологии черных и

цветных металлов, в коксобензольном и кожевенном производстве и в ряде других производств. И, главное, при ее посредстве получаются ценные удобрения — суперфосфаты, на что уходит почти одна треть всей вырабатываемой у нас серной кислоты.

Катализаторы химических реакций

Не все реакции соединения идут гладко; во многих случаях вещества, могущие соединяться друг с другом, либо вовсе «не хотят» соединяться, либо соединяются крайне медленно.

В этих случаях прибегают к так называемым контактным реакциям (реакциям соприкосновения), происходящим при посредстве особых веществ — катализаторов, не входящих в состав конечного продукта реакции и остающихся по окончании реакции неизмененными.

Получение серной кислоты и является как раз примером таких контактных реакций.

Серная кислота получается соединением серного ангидрида с водой. Серный ангидрид получается, в свою очередь, присоединением атома кислорода к молекуле сернистого ангидрида.

С серой и сернистым ангидридом нам еще предстоит в дальнейшем познакомиться, а пока скажу, что сера, сгорая на воздухе, дает газообразный сернистый ангидрид, молекула которого состоит из одного атома серы и двух атомов кислорода. Серный же ангидрид — тело твердое, в молекуле которого имеется третий атом кислорода. Задача катализаторов — присоединить этот третий атом кислорода к молекуле сернистого ангидрида.

Решается она двояко: либо в свинцовую камеру вместе с сернистым ангидридом и парами воды вводят небольшое количество окислов азота, либо в камеру помещают губчатую платину. Первые отдают свой кислород сернистому ангидриду, а сами снова окисляются кислородом воздуха, вторая, сгущая на своей поверхности кислород, окисляет сернистый ангидрид в серный.

Сейчас в нашей химической промышленности широко пользуются катализаторами для получения весьма многих, преимущественно органических, соединений. Дореволюционная химическая промышленность использовать такие реакции не умела, да и самих производств, в которых они применяются, тогда не было.

Вода и вино в одной бутылке (Химические индикаторы)

А теперь, если хотите, я могу налить вам либо вина, либо воды, по вашему указанию, из… одной и той же бутылки.

Пожалуйста, осмотрите ее перед началом опыта.

Это убедит вас, что в бутылке не вино, а самая обыкновенная вода.

Вы просите налить вина.

Наполняю из бутылки один из стоящих передо мною стаканов, и по красной окраске жидкости вы можете судить, что перед вами красное вино.

Но мне хочется выпить воды. Я переливаю вино в другой стакан, и оно снова превращается в воду.

Но пить воду эту нельзя. И вот почему.

В бутылку налита действительно простая вода, но к ней было предварительно прибавлено несколько капель раствора фенолфталеина (ядовит!). На дно первого стакана я налил еще до начала опыта немного крепкого раствора соды, на дно второго — такой же раствор виннокаменной кислоты.

Фенолфталеин краснеет в щелочах и солях с преобладающими щелочными свойствами. Сода (углекислый натрий) как раз и есть такая соль. Она образована очень слабой угольной кислотой и резкой щелочью — едким натром. Кислоты

разрушают эту окраску, поэтому при переливании окрасившегося от соды раствора в стакан с виннокаменной кислотой он снова обесцветился.

Кстати, о фенолфталеине.

Он постоянно применяется в химических лабораториях, служа для указания появления и исчезновения щелочной реакции растворов в так называемом объемном анализе веществ. Как и лакмус, он, следовательно, является химическим индикатором, то есть указателем реакции.

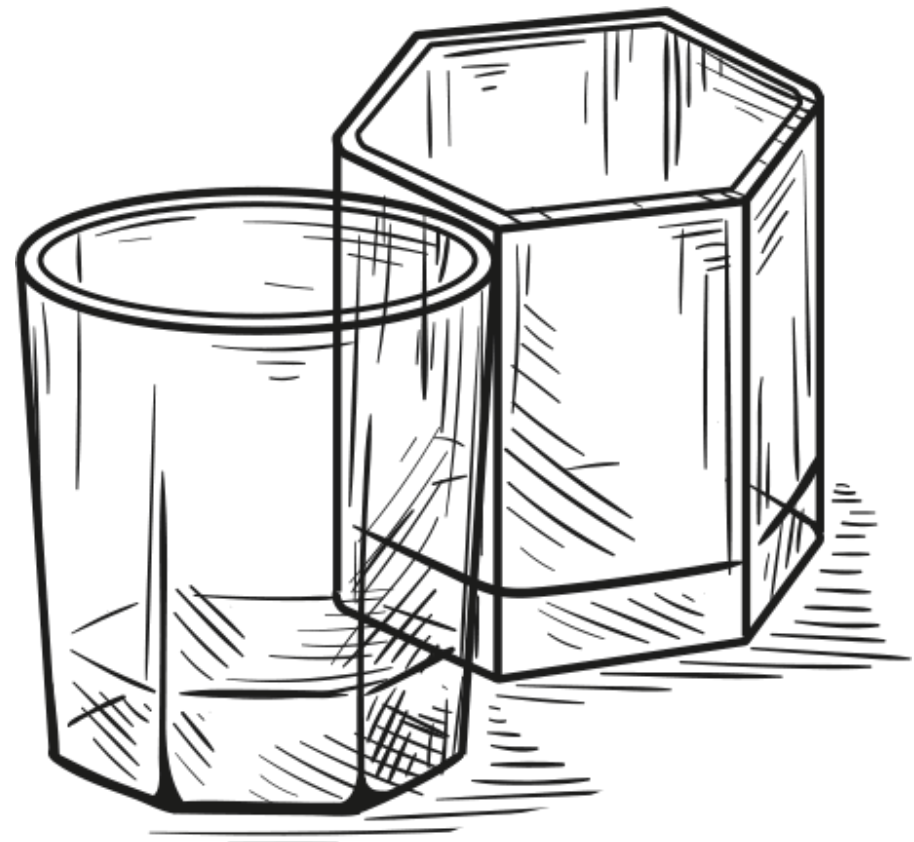
Заменяя фенолфталеин другой искусственной органической краской — метилоранжем, дающим желтую окраску в щелочах и красную в кислотах, можно в нашем опыте налить из бутылки с водою в один стакан белого вина, в другой — красного, а в третий — чистой воды.

Но и в этом случае пить налитые «вина» нельзя!

Превращение воды в чернила и обратно

Передо мною две бутылки — одна с водою, другая — пустая, и четыре стакана. Лью в них воду из бутылки, и вы видите, что в четных по порядку стаканах она превращается в чернила, а в нечетных остается сама собою.

Отлейте немного полученных чернил в пузырек и при случае удостоверьтесь, что ими отлично можно писать.



Беру пустую бутылку и сливаю в нее содержимое из всех стаканов. Встряхиваю бутылку, взбалтываю жидкость. Как видите, бутылка полна чистой воды. Чернил как не бывало!

Чтобы показать вам этот фокус, я предварительно в воде первой бутылки растворил с пол-ложки таннина. Таннин — это сложное дубильное вещество, заключающееся в так называемых чернильных орешках, наростах на листьях дуба, происходящих от повреждения их особыми насекомыми (орехотворками). В состав его входит органическая дигалловая кислота. В четные стаканы я

тоже заранее прилил по нескольку капель крепкого раствора хлорного железа. С этим соединением, как и с другими солями железа, таннин дает железо.

В бутылку, казавшуюся вам пустою, было мною налито на дно немного крепкого раствора щавелевой кислоты (ядовита!).

Совершенно таким же образом можно показать превращение воды в красные чернила и, наоборот, красных чернил в воду, заменив раствор таннина раствором салицилового натрия (лекарство против лихорадки). С ним, как видите, могут иметь дело не только больные, но и здоровые.

Первые применяют его для лечения, вторые — для развлечения и поучения.

Мнимая ошибка физиков (Обесцвечивание хлором)

Физика учит, что при смешении синего и желтого цветов получается составной зеленый цвет. В том же убеждены все живописцы. А между тем я легко могу доказать вам, что такое утверждение ошибочно. Синий и желтый — дополнительные цвета, взаимно уничтожающие друг друга. Растворы синей и желтой краски при сливании дают бесцветную смесь.

Смотрите сами. В этом стакане, как видите, синяя жидкость, в этом — желтая. Выливаю их в третий стакан. Перед вами прозрачная вода: синий и желтый цвета уничтожили друг друга…

Почти уверен, что вас я не введу в заблуждение и вы сами разгадаете тайну такого «нарушения» законов оптики; но кто еще не видел показанных мною раньше опытов, тот, пожалуй, будет поставлен этим опытом в тупик.

Вы говорите, что в первом стакане у меня был щелочный раствор лакмуса, в другом — такой же раствор метилоранжа, а в третьем, куда я слил содержимое двух первых, — хлорная вода.

Вы правы: так оно и было!

Вода — в молоко, молоко — в воду (Обратимость химических реакций)

Мы уже видели, что можно превратить воду в молоко, получая при сливании бесцветных растворов двух солей белый взвешенный в воде осадок.

Могу показать теперь и другой способ получения такого «химического молока», в отличие от ранее полученного, могущего превращаться снова в воду.

Вы уже настолько посвящены мною в секреты превращения различных жидкостей друг в друга, что нет надобности показывать вам этот опыт; достаточно будет, если я расскажу вам, как его надо проделать.

Возьмите два совершенно одинаковых графина. Заполните наполовину один из них прозрачным бесцветным раствором соды. Другой графин, со слабым раствором соляной кислоты, спрячьте на полке нашего «магического» стола. Не забудьте, что уровень жидкости в нем должен быть соответственно ниже, чем в первом, так как из первого вам придется часть раствора отлить. На стол поставьте стакан, наполовину наполненный раствором

хлористого кальция. Все названные жидкости бесцветны, прозрачны и по внешнему виду ничем не отличимы от чистой воды.

Сказав, что вы умеете превращать воду в молоко, долейте из первого графина стакан, что стоит на столе.

Сода (углекислый натрий) даст с хлористым кальцием нерастворимый в воде углекислый кальций и остающийся в растворе хлористый натрий (поваренную соль). Жидкость в стакане замутится и издали будет вполне похожа на молоко. Поднесите стакан ко рту, как будто пробуя на вкус (не ядовито), сняв одновременно графин со стола и поставив его на полку.

Сделав вид, что вкус молока вам не понравился, незаметно подмените графин, взяв с полки тот, в котором у вас раствор соляной кислоты, и вылейте в него «молоко» обратно. Взболтайте жидкость и покажите зрителям, что она вновь обратилась в воду.

В этом случае, действительно, будет обратное превращение — только, конечно, не молока в воду, а углекислого кальция снова в растворимый хлористый кальций.

Но смотрите, не перепутайте второпях графины!

Превращение воды в «кровь» (Реакция качественного анализа)

На столе перед вами стакан с водою. Беру кусок воска или парафина и отделяю от него крохотный кусочек, остальное передаю вам. Можете убедиться, что это действительно воск или парафин, которые в воде, как вам известно, нерастворимы.

Заодно осмотрите внимательно и мою «волшебную палочку». Это самая обыкновенная стеклянная палочка. На ваших глазах прилепляю на ее конец свой кусочек воска и начинаю помешивать ею воду в стакане. Ничего не происходит. Неужели опыт не удался? Подождите. Считайте до десяти. Как только вы скажете «десять», вода мгновенно превратится в «кровь».

Поднимаю стакан, и вы видите — он до краев полон «крови».

В крупинке воска, которую я отделил от целого куска, был предварительно залеплен мною крошечный кристаллик роданистого аммония. В воду заранее прилито несколько капель хлорного железа с соблюдением осторожности, чтобы вода не пожелтела. В противном случае следует вылить часть раствора и долить стакан чистой водою. Когда вы сказали «десять», я слегка надавил концом палочки на дно стакана: этим я раздавил кристаллик роданистого аммония, освободив его от восковой оболочки. С хлорным железом он дал роданистое железо, и последнее окрасило воду в кроваво-красный цвет.

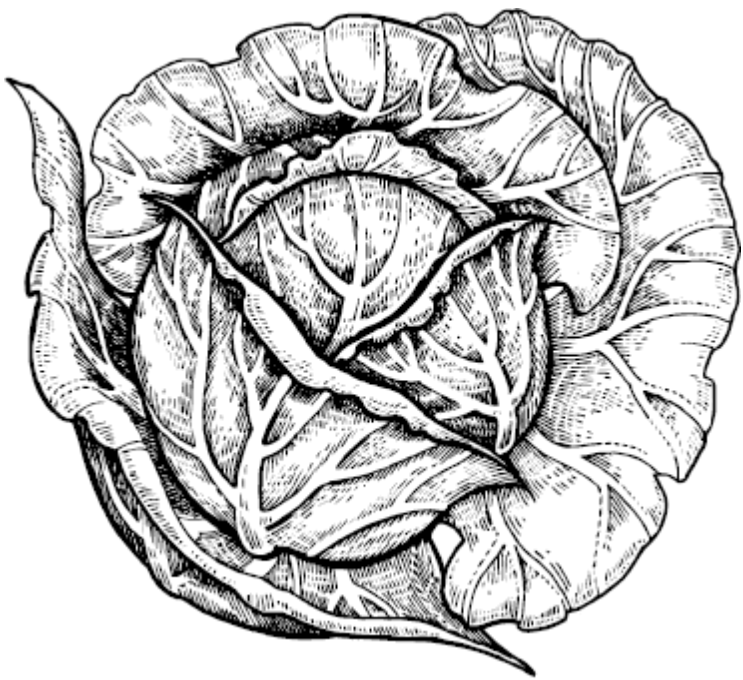
Наш «фокус» ежедневно проделывают в химических лабораториях всего мира. Эта в высшей степени чувствительная реакция служит для обнаружения малейших следов железа при качественном анализе, то есть исследовании, из каких химических элементов состоит данное сложное вещество или смесь веществ.

Как одной краской красят в разные цвета (Крашение по протраве)

Если вам не скучно посидеть несколько минут без дела, могу на ваших глазах отварить несколько листьев красной капусты в кипящей воде, чтобы извлечь из них сок, содержащий органическую краску, напоминающую по своим свойствам лакмус.

Ну, вот, отвар готов; сливаю его в три тарелки и приступаю к крашению.

В первую тарелку погружаю лоскуток белой ткани и вынимаю его зеленым; во вторую погружаю такой же лоскуток, но он становится пурпурным; третий лоскуток в третьей тарелке делается пунцово-красным.



Это химическое «чудо» и сотни ему подобных являются самым обыкновенным приемом красильщиков пряжи и тканей. Его знали еще красильные мастера древнего Египта и Индии, где оно практиковалось за тысячи лет до нашей эры.

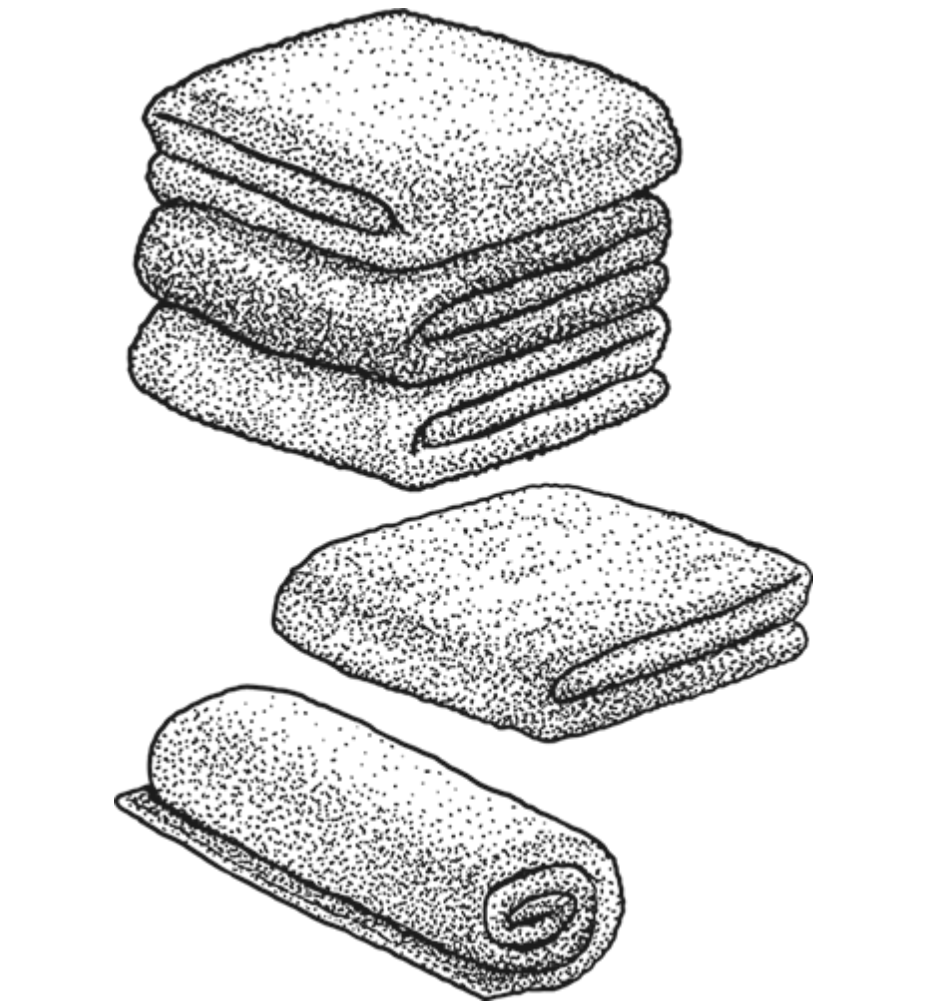
Называется оно окраской по протраве. Тряпочки, которые я погружал в одну и ту же краску, оттого окрашивались ею каждая в другой цвет, что я до начала опыта пропитал их различными веществами, после чего все их высушил. Первую я обработал раствором квасцов, вторую — раствором поташа, третью смочил соляной кислотой.

Одна и та же краска, вступая в химическую реакцию с разными протравами, дает различно окрашенные соединения.

Секрет старых красильщиков

Химики наших дней дали красильщикам пряжи и тканей такое обилие искусственных органических красок, что крашение естественными растительными красками почти совершенно вышло из употребления.

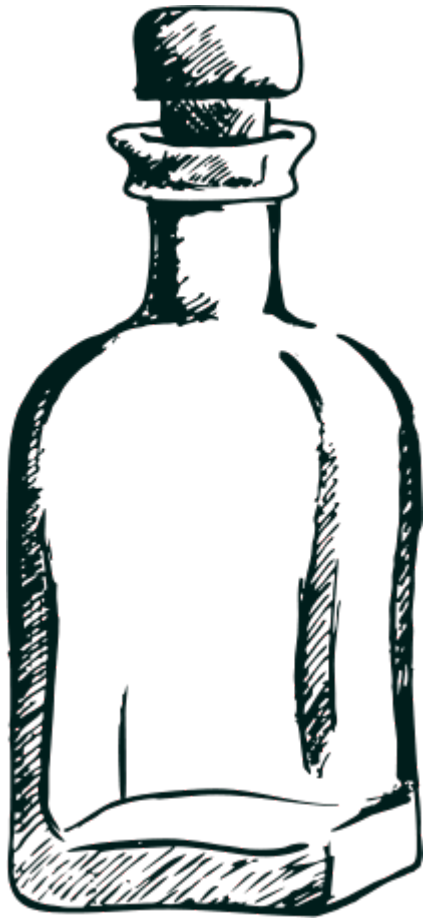
Во второй половине XIX века было не так. Выбор красильных веществ в те времена не отличался особым богатством, так что мастерам красильного дела приходилось изыскивать способы, как одним и тем же красильным пигментом окрашивать пряжу и ткани в различные цвета.



Одной из излюбленных старыми мастерами красок был отвар

кампешевого дерева. Его иногда можно найти в москательных лавках, так как приготовляемые из него краски безвредны и применяются для окраски пищевых веществ.

К сожалению, надо отметить, что безвредность не принадлежит к числу достоинств большинства искусственных органических и минеральных красок.



Если найдете в продаже кампешевое дерево (оно продается в виде стружек), отварите его в тонкостенной колбе, а за неимением таковой — хоть в глиняном горшке, но не в металлической кастрюле. Разлейте отвар по чашкам и прилейте к нему в одну чашку уксуса, в другую — раствора квасцов (двойная сернокислая соль алюминия и калия, натрия или аммония), в третью — раствора хлорного железа, и вы поймете, как одной и той же краской можно красить в разные цвета.

К сожалению, широко практикуется фальсификация пищевых продуктов (молока, мяса и др.): суррогаты пищи ярко

окрашиваются, великолепно упаковываются. Для разоблачения подделок существуют сотни химических реактивов. Среди них находится и кампеш. Кампеш, например, служит прекрасным средством, чтобы уличить булочников в прибавке квасцов к муке, из которой выпекаются булки. Прибавляют же квасцы к муке с целью улучшить цвет хлеба и увеличить его пористость. Нельзя сказать, чтобы эта примесь была ядовита, но, во всяком случае, она не вполне безразлична для здоровья потребителей хлеба. Лучшим способом обнаружить ее является вымачивание испытуемого хлеба в свежем спиртовом настое кампешевых стружек, к которому прибавлено небольшое количество углекислого аммония. Пропитавшийся настоем кампеша хлеб вынимают из жидкости и сушат в теплой печке. Если в нем были квасцы, то, в зависимости от их количества, хлеб приобретает более или менее выраженный синий цвет. При отсутствии квасцов, цвет высушенного хлеба будет красно-бурый.

Гораздо вреднее и опаснее, чем подмесь квасцов, прибавка к затхлой и низкосортной муке толченого порошка медного купороса. Между тем в царское время булочников неоднократно уличали в таком «сдабривании» хлеба.

Чтобы открыть эту примесь, хлеб смачивают раствором уксусной кислоты и затем раствором желтой кроткой соли, (железисто-синеродистого калия). В случае присутствия солей меди, хлеб при такой обработке окрашивается в шоколадно-коричневый цвет.

Забытое слово

В одной очень старинной басне есть такое выражение: «Изрядно насандалив нос…» В наше время, пожалуй, не всякий его поймет. Происходит же слово «насандалить» от слова сандал, как кратко называют сандаловое дерево, растущее, как и кампешевое, в тропических краях.

В былые дни, до открытия искусственных органических красок, сандал был весьма популярен среди красильщиков. Теперь же его достать так же трудно, как и кампеш, но все же иногда удается.

Отварите стружки сандала в слабом растворе щелока (едкого натра или кали), разделите отвар на две порции и прибавьте к одной из них раствора хлористого кальция, а к другой — хлористого бария. Получите так называемые лаки фиолетового цвета, еще сравнительно недавно применявшиеся в обойном производстве.

Другую часть стружек настойте на спирту; спирт окрасится в красный цвет очень красивого оттенка. Оттого-то и применялся в старое время сандал в виноделии, что при его помощи из воды, спирта и карамели готовили «виноградные вина» без… единой виноградной ягодки. Недаром в конце 80-х годов позапрошлого века из Москвы вывозилось «виноградных вин» больше, чем ввозилось в нее, хотя, как известно, виноград в Москве не растет…

Отсюда понятно и выражение «насандалить нос». Известно, что от неумеренного употребления спиртных напитков нос краснеет, сандал же красит тоже в красный цвет.

«Канцелярское семечко»

Самой великолепной красной краской является кармин. Кто рисует акварелью, тот должен знать, что это самая дорогая краска, плитка которой ценится в пять — восемь раз дороже, чем плитки красок других цветов, конечно, если кармин попался настоящий.

К сожалению, подделывается он с прилежанием.

Вы знаете, из чего делают настоящий кармин?

Это — единственная краска, которая в наше время получается из животных. Раньше использовались красящие вещества, вырабатываемые организмами некоторых моллюсков (пурпур и сепия), а теперь и эти вещества и кармин готовят искусственно. Только еще, пожалуй, высокосортная акварельная краска этого цвета делается из кошенили. Кошениль — насекомое из породы тлей, и живет она на кактусах, растущих в Мексике.

Есть, однако, и у нас насекомое кермес, или дубовая кошениль, водящаяся на Украине, в которой содержится то же красящее вещество, как и в привозной кошенили, и которая некогда служила источником для получения кармина. Было время, когда кермес составлял ценный предмет вывоза в Западную Европу из Украины и Польши. Польские паны даже собирали оброк со своих крепостных кермесом.

Теперь европейский кермес совершенно забыт, да и привозную кошениль можно достать с большим трудом, в

особенности нефальсифицированную. Фальсифицируют же ее за границей самыми разнообразными способами — вплоть до продажи вместо настоящих насекомых… комочков глины с примесью клея и дешевой краски, обсыпанных тальком…

Лет пятьдесят тому назад кошениль была в ходу у красильщиков и почему-то носила курьезное название «семечка», и притом «канцелярского». Но что это «канцелярское семечко» не что иное, как засушенные насекомые, в этом легко убедиться, размочив крупинку кошенили и рассматривая ее в увеличительное стекло.

Красили этим препаратом, отваривая его в мягкой (это обязательно!) горячей воде и осаждая из раствора лаки. Лаками в красильном деле называются соединения естественных растительных и животных красок с солями металлов. Ничего общего с обыкновенным лаком — жидкостью, дающей при высыхании блестящую гладкую пленку — они не имеют.

Из водного раствора краска осаждается квасцами; отфильтрованный осадок надо высушивать, не нагревая. Если его растереть с примесью растительных клеющих веществ, то и получится кармин. Попробуйте, если случайно достанете кошенили, приготовить сами эту дорогую краску неподражаемого красивого оттенка, а заодно можете получить ряд карминовых лаков от темно-малинового до изжелта-красного цвета. Они тоже применяются в акварельной и масляной живописи.

Готовятся карминовые лаки растворением полученного квасцового осадка и приливанием к нему растворов уксуснокислого свинца, хлористого олова и других солей тяжелых металлов.

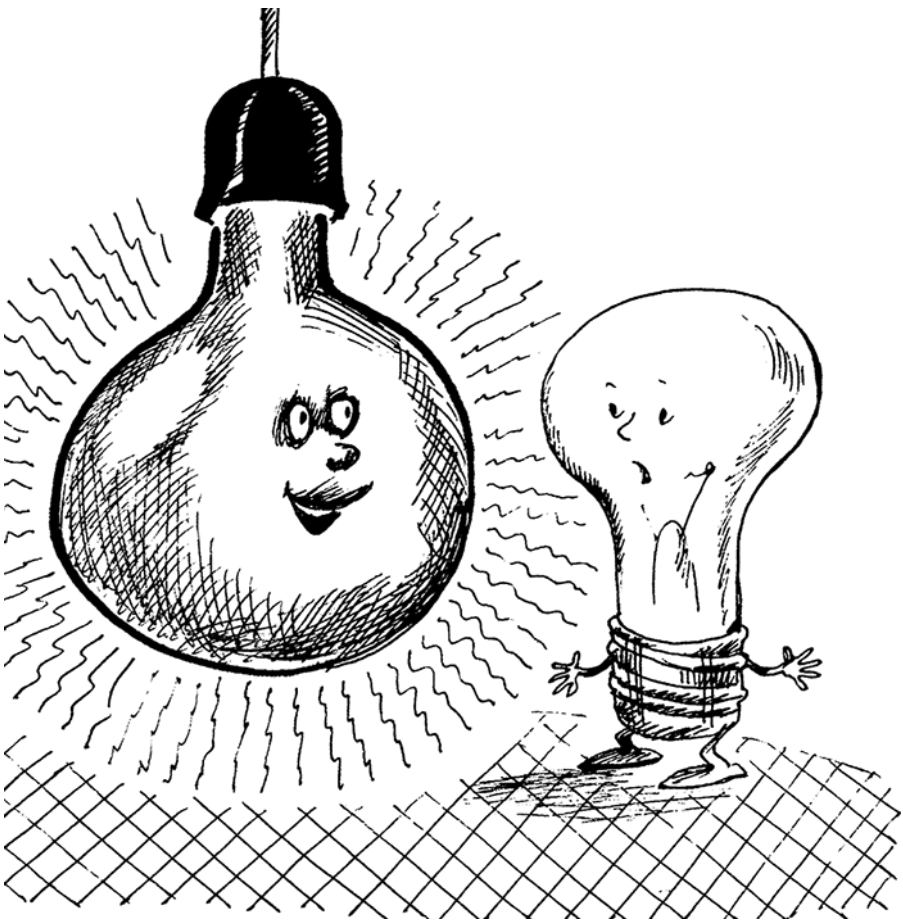
Кармин применялся для подкраски вин и съестных, преимущественно кондитерских, продуктов. Лаки его шли, помимо окраски пряжи и тканей в ситценабивном и обойном деле, и для изготовления красных чернил.

Все это было и быльем поросло. Хотя и сейчас в некоторых руководствах химической технологии говорится о применении кошенили для крашения, но нигде она теперь уже для этого не применяется: ее вытеснили дешевые и не уступающие ей анилиновые краски.

Химия органическая и неорганическая

«Понятия меняются, слова остаются». Как это верно! Как часто приходится слышать: «Зажги электричество», «Загаси электричество», хотя говорящему отлично известно, что электрическую лампочку не зажигают и не гасят, а включают в цепь тока и выключают из нее. К словам, пережившим понятия, которые в них раньше вкладывались, относятся и обозначения двух отделов химии, по традиции именуемых неорганической и органической химией.

Долгое время химики, не умея изготовить большинство тех сложных химических соединений, которые входят в состав органов растений и животных, объясняли свое неумение тем, что эти вещества образуются в растениях и животных под действием особой «жизненной силы» и не могут быть синтезированы в колбах и ретортах.



Такого же взгляда придерживался и знаменитый немецкий химик Веллер, которому личным опытом довелось убедиться в ошибочности этого взгляда. Он из несомненно неорганических соединений азота и углерода с кислородом получил сложное вещество, оказавшееся известным ранее типичным «органическим» соединением — мочевиной.

Теперь мы твердо знаем, что никакой «жизненной силы» для получения любого вещества, входящего в состав растений и животных, не нужно, что все они могут быть построены из составляющих их элементов. То обстоятельство, что еще не все они искусственно получены, нимало нас не смущает. Не полученные при современных средствах синтеза — будут получены, когда эти средства усовершенствуются.

В действительности же все так называемые «органические» соединения — это соединения углерода. В отличие от других элементов, углерод способен давать многие десятки тысяч соединений с другими простыми веществами. Исключительно для удобства изучения все многообразные соединения углерода сводятся в отдельную от химии других элементов дисциплину, «по старой памяти» называемую органической химией.

Самый же главный курьез, что сейчас в курсах «органической» химии изучается громадное число таких углеродистых соединений, которых не найти ни в одном растении и ни в одном животном.

Начало такому синтетическому построению «органических» веществ, не существующих в природе, творимых химиком в его колбах, ретортах и заводских аппаратах, положило случайное открытие 18-летнего студента Перкинса.

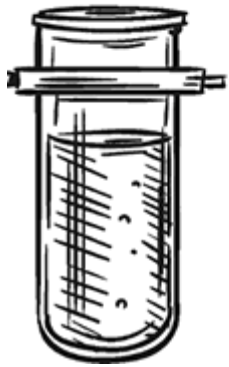
Перкинс задумал изготовить синтетически лечебное вещество хинин, извлекаемое из коры хинного дерева. Получив в течение своих изысканий какое-то новое соединение, он захотел изучить его растворимость и, растворив в спирте, увидел, что раствор имеет великолепный фиолетовый цвет.

«Нельзя ли его использовать в качестве краски?» — подумал Перкинс. Оказалось, что очень даже можно, что раствор отлично окрашивает шерсть и шелк в красивый лиловый цвет.

Перкинс махнул рукой на науку, бросил университет и основал первую в мире фабрику искусственных «органических» красок. Вслед за ним сотни других химиков стали синтезировать все новые и новые соединения углерода, нашедшие применение не только в качестве красок, но и как дезинфицирующие, анестезирующие (обезболивающие), лекарственные, отравляющие и взрывчатые вещества.

Фабрики красок — предприятия далеко не невинные

Во второй половине прошлого века изучение и использование химии лучше всего было поставлено в Германии. Производство искусственных органических красок, зародившееся в Англии, там не привилось и вскоре перекочевало в Германию. До мировой войны 1914–1918 гг. Германия была чуть ли не монополистом в этой области, и даже такая страна как США, с ее высоко развитой техникой, импортировала краски для текстильной промышленности из Германии. А уж о царской России, с ее отсталой техникой, и говорить нечего. Что же получилось?



Вскоре после начала войны запасы купленных в Германии красок всюду истощились, и текстиль «обесцветился».

Это, конечно, полбеды, а плохо было то, что немцы тотчас переключили свои фабрики красок на изготовление взрывчатых и отравляющих веществ, а царской России и переключать-то было нечего. Жалкие попытки создать собственную химическую промышленность не удались, и только при советской власти, да и то далеко не сразу, нам удалось создать и развить свою красочную промышленность. Это очень сложная отрасль химической промышленности, и неудивительно, что добиться в

ней успехов нам удалось только после настойчивых трудов. Зато сейчас мы овладели производством самых сложных органических красок, в том числе в конце 1935 г. такой широко применяемой в текстильном деле краски, какой является индиго. Чтобы дать вам понятие, какое это не простое дело, скажу, что изобретатель синтетического индиго Байер потратил на предварительные опыты несколько миллионов и… 20 лет упорного, настойчивого труда.

Что слаще сахара?

Тот сахар, который мы кладем в чай, принадлежит к большой группе органических соединений, называемых углеводами. Его молекула слагается из атомов углерода, водорода и кислорода. Из тех же химических элементов, но в других количествах построены и молекулы других сладких углеводов, например, входящих в состав патоки. Все они менее сладки, чем свекловичный (он же и тростниковый) сахар. Но на примере уксусносвинцовой соли вы можете видеть, что и неорганические соединения могут иметь сладкий вкус. Металл бериллий раньше даже носил название глиций (сладкий), так как все его растворимые соединения сладковаты на вкус.

Есть ли вещества слаще сахара?

Да, есть. Ряд производных органической бензойной кислоты — сахарины — в 200–400 раз слаще сахара. Все они имеют неприятный привкус и, в отличие от сладких углеводов, не питательны.

Первым был открыт так называемый ортосульфамин бензойной кислоты. Словечко для нехимика сложноватое, химику же оно поясняет строение молекулы этого вещества.

История его открытия довольно любопытна.

В 1879 г. в лаборатории профессора Ремсена работал политический эмигрант из царской России, переселившийся в США, химик Фальберг. Как-то, придя из лаборатории домой обедать, он удивился, почему хлеб такой сладкий? Жена же его уверяла, что хлеб как хлеб, вовсе не сладкий. Фальберг попросил жену протянуть ему ее ломоть, чтобы он мог откусить от него, не беря в руки. Хлеб, действительно, оказался несладким. Тогда Фальберг сообразил, что, как ни тщательно он мыл руки перед обедом, все же, значит, на них сохранился вкус того вещества, которое он готовил в лаборатории в этот день — сульфаминбензойной кислоты. Значит, она должна быть необычайно сладка на вкус. Бросив обед, химик помчался в лабораторию и убедился в правильности своего предположения. Изготовленное им соединение, действительно, оказалось в 280 раз слаще сахара.

Вскоре он стал готовить его фабричным путем, и немедленно у него нашлись конкуренты, запатентовавшие фабрикацию других, еще более сладких, производных бензойной кислоты. Во

многих странах сильно развита фальсификация сластей сахарином, но настоящее его назначение — заменять сахар больным, которым настоящий сахар есть вредно.

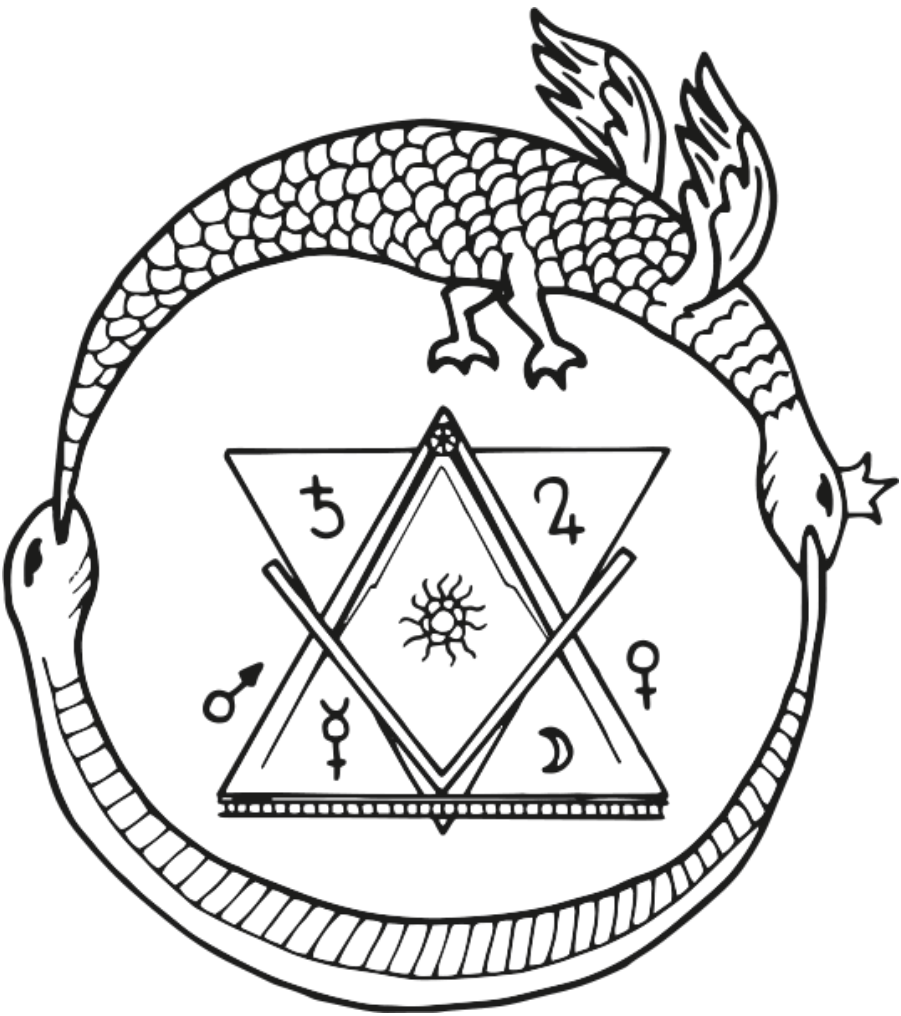
Золото растворимое и растворенное

В мрачные времена средневековья химия, преследуемая инквизицией, выродилась в алхимию — тайное знание, поставившее себе главной целью превращение простых металлов в золото.

Помните, что говорит Гоголь о человеческой жажде знаний, не угасавшей и в средние века?

«…А занятий алхимиею, считавшеюся ключом ко всем познаниям, венцом учености средних веков, в которой заключалось детское желание открыть совершеннейший металл, который бы доставил человеку все!.. Представьте себе какой-нибудь германский город в средние века, эти узенькие, неправильные улицы, высокие пестрые готические домики, и среди них какой-нибудь ветхий, почти валящийся домик, считаемый необитаемым, по растреснувшимся стенам которого лепится мох и старость, окна глухо заколочены, — это жилище

алхимика. Ничто не говорит в нем о присутствии живущего, но в глухую ночь голубоватый дым докладывает о неусыпном бодрствовании старца, уже поседевшего в своих исканиях, но все еще неразлучного с надеждой, — и благочестивый ремесленник средних веков со страхом бежит от жилища, где, по его мнению, духи основали приют свой и где, вместо духов, основало жилище неугасимое желание, непреодолимое любопытство, живущее только собою и разжигаемое собою же, возгорающееся даже от неудачи, — первоначальная стихия всего европейского духа, — которое напрасно преследует инквизиция, проникая во все тайны мышления человека: оно вырывается мимо и, облеченное страхом, еще с большим наслаждением предается своим занятиям».



В прекрасной сказке «Что рассказывал ветер о Вальдемаре До

и его дочерях» Андерсен так описывает средневекового делателя золота:

«Вальдемар До был горд и смел, но также и знающ. Он много знал. Все это видели, все об этом шептались. Огонь пылал в его комнате даже летом, а дверь всегда была на замке; он работал там дни и ночи, но не любил разговаривать о своей работе: силы природы надо испытывать в тиши. Скоро, скоро он найдет самое лучшее, самое драгоценное на свете — красное золото.

От дыма и пепла, от забот и бессонных ночей волосы и борода Вальдемара До поседели, кожа на лице сморщилась и пожелтела, но глаза по-прежнему — горели жадным блеском в ожидании золота, желанного золота.

Но вот зазвонил колокол, в небе заиграло солнышко. Вальдемар До лихорадочно работал всю ночь, варил, охлаждал, мешал, перегонял. Он тяжело вздыхал, горячо молился и сидел за работой, боясь перевести дух. Лампа его загасла, но уголья очага освещали бледное лицо и впалые глаза. Вдруг они расширились. Глядит в стеклянный сосуд. Блестит…

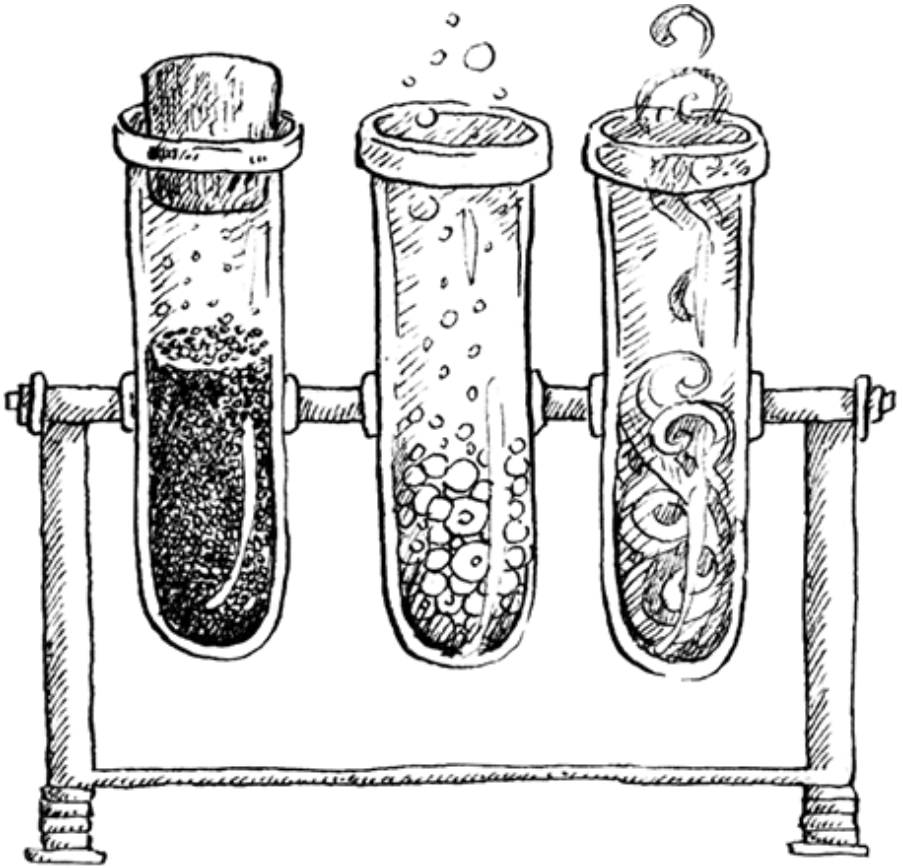
Горит, как жар. Что-то яркое, тяжелое. Он поднимает сосуд дрожащею рукой и, задыхаясь от волнения, восклицает: „Золото! Золото!“

Он выпрямился и высоко поднял сокровище, лежащее в крупном стеклянном сосуде. „Нашел! Нашел! Золото!“ — закричал он и протянул сосуд дочерям, но… рука его дрогнула, сосуд упал на пол и разбился вдребезги. Последний радужный мыльный пузырь надежды лопнул».

Попробуем и мы, по примеру алхимиков, поискать способ получения «золота из воды».

Пока вы читали отрывки из Гоголя и Андерсена, я вскипятил в двух колбах воду. Выливаю из них кипяток в третью, большей вместимости, и покрываю ее платком. Минуту терпенья!

Готово! Снимаю платок и передаю вам остывшую колбу.



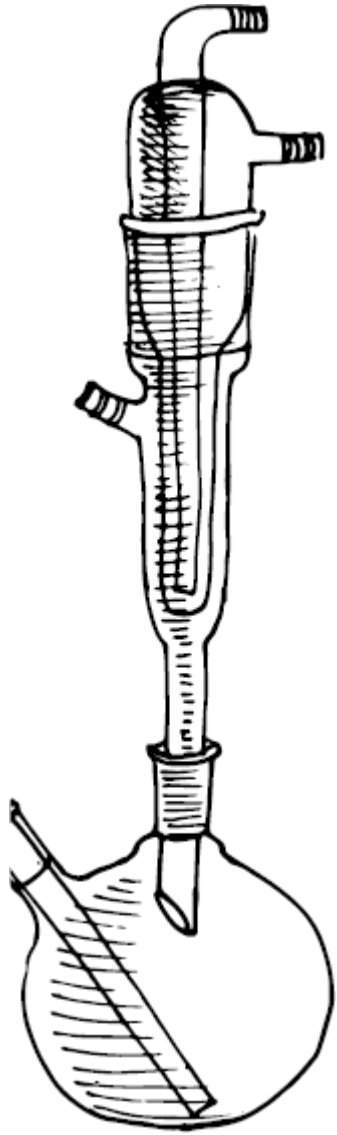
Какая красота! Какой блеск! Она вся наполнена мельчайшими чешуйками золота, которые так и искрятся в лучах солнца.

Ставлю потом колбу на сетку, лежащую на треножнике, зажигаю под сеткой спиртовую лампочку, — и через несколько минут «золота» как не бывало: оно сплошь растворилось в кипящей воде.

Нет надобности, конечно, говорить, что это и не было золото.

В колбочках отдельно я вскипятил растворы уксусно-кислого свинца (ядовит!) в дистиллированной воде — йодистого калия (применяется как лекарство). Сливая их вместе, получим путем обменного разложения этих солей две новых — уксуснокислый калий, оставшийся в растворе, и йодистый свинец. Последний растворим только в горячей воде, а при охлаждении раствора выпадает из него в виде мелких чешуйчатых кристалликов с золотым блеском.

Это, пожалуй, самый красивый из всех химических опытов.



По поводу внешнего сходства кристаллического йодистого свинца с крупинками золота и его растворимости в воде мне хочется сказать несколько слов об ошибке средневековых алхимиков и о возможности действительного получения золота из других веществ, а также и извлечения его из воды.

Алхимики верили в существование «первичной материи» и не различали понятий о сложных и простых веществах. Их ошибка состояла в том, что они все свое внимание обратили на физические свойства тел, а не на их химический состав. Они надеялись, что, комбинируя разные вещества, обладающие отдельными свойствами золота, можно, в конце концов, получить

и самое золото. В особенности пленяла их мысль превратить в золото тяжелую и блестящую ртуть, придав ей твердость и желтый цвет. Оттого обычно они и смешивали ее для этого с твердой и желтой серой. По их мнению, сера должна была придать ртути недостающие последней свойства.

В этом случае они впадали в глубокую ошибку, так как, соединяясь, вещества утрачивают свои физические свойства и приобретают новые. Так, сера, соединяясь с ртутью, давала совсем не золото и даже не новый металл, а красную краску — киноварь. Зато они случайно оказались правы в предположении, что есть какая-то связь между золотом и ртутью.

В 1924 г. один германский ученый, пропуская через ртутные пары электрический ток высокого напряжения, превратил, как он думал, после долгого времени, часть ртути, — правда, крайне ничтожную, — в золото.

Это открытие было опровергнуто дальнейшими опытами, но, во всяком случае, оно не имеет практического значения: такое искусственное золото обошлось бы в 10 000 раз дороже добываемого в золотоносных породах; с теоретической же стороны оно было бы очень интересно, лишний раз доказывая, что державшееся свыше ста лет разделение веществ на сложные и простые — чисто условно.

Впрочем, для химика-практика это мало меняет дело, так как получать искусственное золото заводским путем вряд ли когда-нибудь будет доступно. Скорее мы можем рассчитывать научиться выделять его из морской воды.

Чего только не содержит в себе вода морей и океанов! Омывая берега континентов и островов, питаясь водами рек, сбегающих со всей поверхности суши, за миллионы веков своего существования океаны накопили в себе колоссальные запасы всевозможных химических соединений, выщелачиваемых водою из земной коры.

В числе этих веществ обнаружено в морской воде и золото в виде соединения с хлором.

Но какой же это слабый раствор!

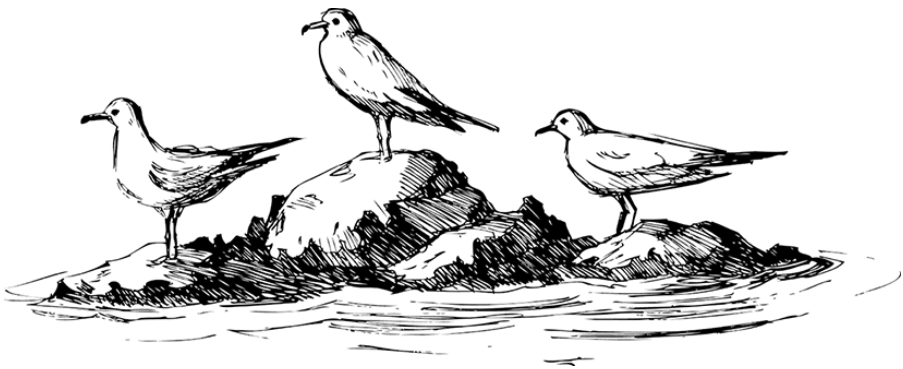
В 200 000 тоннах океанской воды содержится не более одного грамма золота (а по новейшим анализам даже и того меньше). Самые бедные земные золотоносные породы, разработка которых уже почти не оправдывается, содержат в 1200 раз больше этого металла.

Но зато количество воды в океанах так колоссально велико (1 200 000 000 куб. километров), что, если бы выделить из нее все это золото, его получилось бы около 4 миллиардов тонн.

Все население земного шара исчисляется приблизительно в 2

миллиарда. На долю каждого из нас, следовательно, приходится теоретически около двух тонн морского золота.

Столько весит золотая плита длиной и шириною в один метр и толщиною в дециметр!



Не думайте, что попыток химического извлечения золота из недр океана не делалось.

Их было много, некоторые из них были с научной точки зрения более или менее удачны, но с экономической стороны все они пока не более успешны, чем попытки древних алхимиков превратить в золото дешевые металлы.

Золото океанов ждет еще того химика, который найдет дешевый способ извлечь его на поверхность. Впрочем, к тому времени оно перестанет быть мерилом цены. В будущем, когда капиталистический строй повсюду будет уничтожен, золото станет таким же технически применяемым металлом, как и все остальные.

Исторический курьез

Гальваническое золочение — это частный случай гальваностегии — покрытия одного металла другим при помощи электрохимического процесса разложения током соли данного металла. Гальваностегия и гальванопластика (получение металлических копий с рельефных изображений) были открыты в 1838 г. Морицем Якоби.

И где? В России времен Николая Палкина.

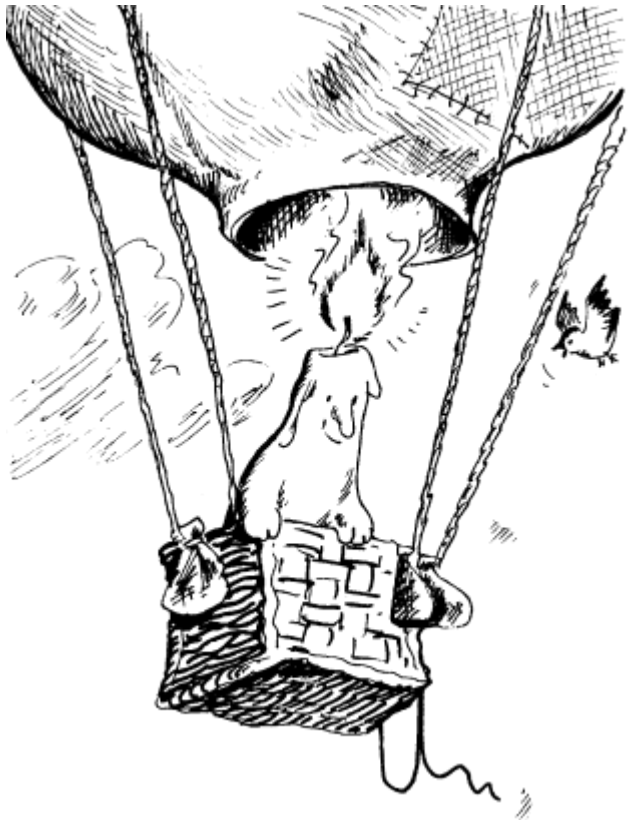
Кем? Архитектором и даже профессором архитектуры.

Но Якоби, ничем в архитектуре не прославившийся, оказался выдающимся электрохимиком, сделавшим ряд ценных изобретений. Главнейшее из них — гальванопластика. Заметив, что осевшая на отрицательном полюсе гальванического элемента медь, отделяясь от него, дает с него слепок, Якоби стал покрывать слепки с рельефных изображений графитом и осаждать на них слой меди, получая копии оригиналов.

Он писал своему великому современнику Фарадею: «Я буду иметь честь послать вам рельеф из меди, оригинал которого сделан из пластического вещества, поддающегося в руках художника всем изменениям. При помощи этого метода сохраняются все мельчайшие особенности оригинала, теряющиеся при отливке».

Французская академия наук наградила за это открытие Якоби золотой медалью.

Опыты с газами



Много лет тому назад один известный ученый писал другому: «Опишу вам опыт страшный и ужасный…», — а речь-то шла всего-навсего о разряде лейденской банки, опыты с которой теперь безбоязненно проделывает любой школьник.

Однако ученый был прав, называя опыт «ужасным», так как он иной раз оканчивался смертью экспериментатора (например, смерть Доппельмейера в 1750 г.).

Отчего же то, что казалось раньше страшным, да и в самом деле таким было, теперь никого не пугает?

Оттого, что люди научились как следует обращаться с лейденской банкой, чтобы ее разрядом не причинять вреда ни себе, ни другим.

Химику подчас приходится иметь дело с веществами куда опаснее лейденской банки.

Даже при самом поверхностном знакомстве с этой благодетельной, но и грозной наукой нельзя избежать встречи с

веществами, могущими оказаться очень опасными при неумелом обращении с ними.

Немало химиков поплатились здоровьем и даже жизнью, впервые работая с такими веществами.

Зато теперь мы знаем, как обезопасить те страшные силы, которые в них скрыты, и безбоязненно проделываем с ними всевозможные опыты.

«Нет плохих ролей, а есть плохие актеры», — уверял какой-то драматург. Так и мы скажем, что «нет опасных веществ, а есть неумелые экспериментаторы».

Мы постараемся не попасть в их число. Хотя и говорят: «Тот не ездок, кто под конем не бывал; тот не химик, у кого ни разу водород не взорвало», — с последним я не согласен. Химик должен быть осторожен и аккуратен, а у осторожного и аккуратного человека никаких непредвидимых «случаев» быть не должно.

А потому, приняв все меры предосторожности, займемся теперь получением «страшных газов».

Кто не слышал об убийственных газах на полях сражений последней мировой войны? Кто не читал предсказаний, что последующие войны станут «химическими», что в них главная роль отведется отравлению противника смертоносными, всюду проникающими ядами?

На первый раз мы познакомимся с газом, хотя и не ядовитым и не применяемым в химической войне, но, тем не менее, весьма опасным и требующим наибольшей осторожности при его получении.

Самый легкий газ

Самый легкий из всех газов называется водородом. Он в 14 раз легче воздуха. Воздух же, надо заметить, в 770 раз легче воды.

Таким образом, вода, с которой мы все так хорошо знакомы, заключает в своем составе наиболее легкое из всех известных нам на земле веществ.

А что это так, что вода не простое тело и водороду недаром дано его прозвище, я сейчас вам докажу.

Мы все безбоязненно пьем воду, она необходима для поддержания нашей жизни, она в количестве 58 % входит в состав нашего тела.

Дело в том, что водород не растворен в воде, как сахар в стакане чая: он вместе с другим газом, кислородом, образует воду. В том-то и заключается удивительная тайна химических превращений, что вещества, вступая в соединения друг с другом, дают совершенно новые тела, а не простую смесь начальных веществ. Водород и кислород — газы. Смешиваясь, они дают смесь газов; соединяясь, — воду.

Перейдем к некоторым опытам.

Перед вами две двугорлые склянки, наполненные каждая на две трети водой; их горла плотно заткнуты проваренными в парафине мягкими и упругими пробками; через первую пробку первой склянки пропущена почти до самого дна склянки стеклянная трубка, оканчивающаяся воронкой. Вторая пробка этой склянки соединена с первой пробкой второй склянки изогнутой под прямыми углами стеклянной трубкой, которая в первой склянке опущена лишь немногим ниже пробки, а во второй доходит почти до дна. Из последней пробки выходит газоотводная трубка, изогнутая. Оттянутый кончик ее с узким отверстием погружен в воду пневматической ванны. Роль последней может играть обыкновенная глубокая тарелка.

Раньше чем приступить к опыту, я самым тщательным образом замазываю все пробки (кроме первой) замазкой, чтобы газ, который мы станем добывать, не нашел нигде выхода через зазоры между стеклом и пробкой.

Добывание водорода

Наполнив два-три узких и высоких стеклянных цилиндра водой, я прикрываю их квадратными кусочками матового стекла. Цилиндры, при нужде, можно заменить обыкновенными бутылками из-под минеральной воды или из-под кваса, — словом, достаточно толстостенными. Здесь же на столе у меня штатив с пробирками и полотенце; как можно дальше от прибора для добычи газа, всего лучше — на особом столике, поставленном нескольких шагах от первого, — спиртовая лампочка с колпаком.

В школах обычно добывают водород в подобных приборах, действуя серной кислотой на цинк. Вы, вероятно, знаете, что серную кислоту наливают в стаканчики, которые на зиму ставят между двойными рамами окон. Она в высшей степени гигроскопична, т. е. отлично сушит воздух, отнимая от него влагу; оттого-то в этом случае окна и не «потеют». Обратите внимание, что с осени ее наливают не более четверти стакана, а к весне стаканчики почти полны.

Спиртовая лампочка

Металлы в большинстве случаев хорошо растворяются в серной кислоте, образуя соответствующие сернокислые соли и вытесняя из кислоты водород.

Применяемый для наполнения аэростатов водород долгое время добывали подобным образом; только вместо дорогого цинка брали дешевое железо в виде железного лома.

Однако я покажу вам другой способ получения интересующего нас газа. Он гораздо удобнее и менее опасен.

Не будем забывать, что серная кислота — это вещество, с которым, чем меньше будем иметь дела, тем лучше, особенно когда нельзя обойтись каплей-другой, а приходится манипулировать с относительно большими количествами ее.

Я воспользуюсь тем, что многие металлы вытесняют водород не только из кислот, но и из воды. Правда, в большинстве случаев

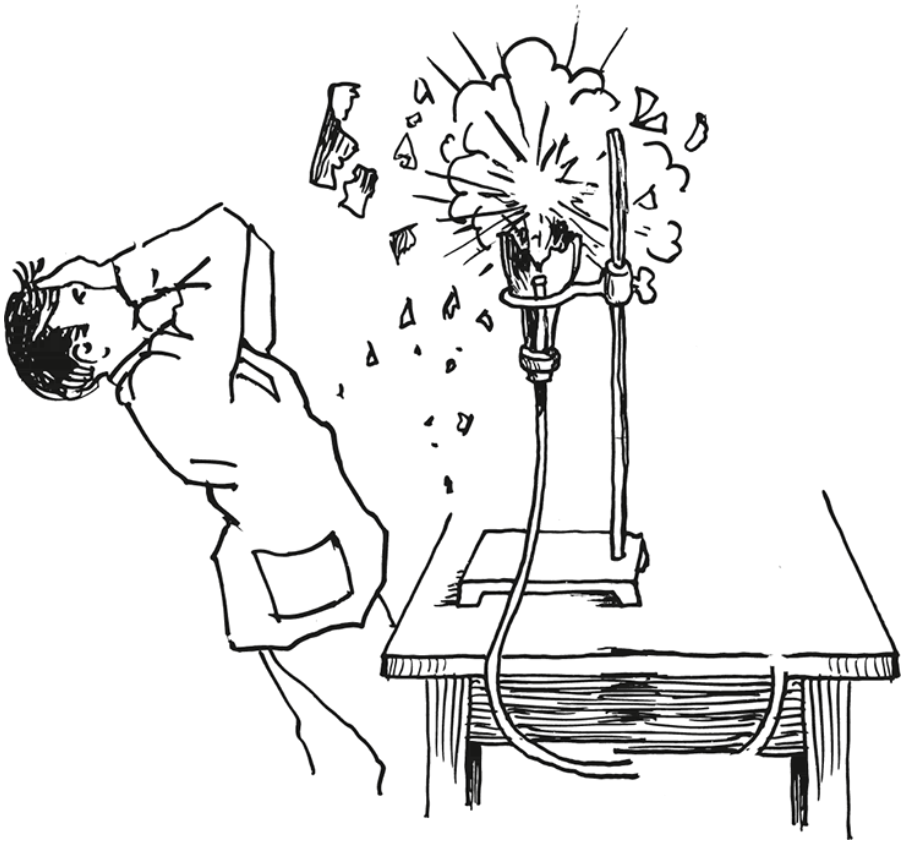
такое разложение происходит лишь при очень высокой температуре, но, по счастью, есть некоторые металлы, способные разлагать воду и при обыкновенной температуре.

К таким металлам принадлежит кальций. Я храню его в баночке с плотно притертой пробкой. Как видите, он залит какой-то жидкостью. Это — керосин, на который кальций не действует химически. Зато на воздухе этот металл быстро окисляется, ржавеет, превращается в известь (негашеную). Тот же процесс происходит под водою, только в этом случае образовавшаяся окись соединяется с избытком воды в водную окись кальция (так называемую гашеную известь).

Вынув кусочек серовато-белого металла щипчиками, осторожно обсушиваю его пропускной бумагой, удаляя следы керосина, не касаясь металла руками.

Теперь смотрите: я вынимаю из первой склянки первую пробку, быстро бросаю куски кальция в воду, сейчас же вновь закупориваю банку и обмазываю пробку замазкой.

Куски металла, упав на дно склянки, покрываются пузырьками газа, которые, оторвавшись от поверхности кусков, быстро всплывают вверх. Вскоре жидкость в банке кажется словно кипящей. Выделяющийся газ вытесняет, вернее — увлекает с собой воздух и идет с ним вместе во вторую склянку, а оттуда из газоотводной трубки — в окружающую атмосферу, булькая пузырьками через воду.



Неосторожный опыт с водородом

Наполнив одну из пробирок водой, закрываю ее большим пальцем, переворачиваю и опускаю ее конец в воду тарелки, играющей у нас роль пневматической ванны. Отвожу палец в сторону и держу отверстие пробирки над отверстием трубки. Пузырьки газа, ранее выходившие через воду, идут в пробирку, вытесняя из нее воду. Вскоре пробирка наполняется газом. Опять закрываю ее пальцем, вынимаю из воды и быстро несу к столику, на котором стоит спиртовая лампочка. Держа пробирку отверстием вниз, подношу ее к пламени и открываю.

Слышали свист? Он показывает, что водород в пробирке смешан с воздухом и обращаться с ним надо осторожно.

Нужно, следовательно, подождать немного, пока выделяющийся водород вытеснит следы воздуха из аппарата. А чтобы не сидеть без дела, прочтите страничку из книги одного английского химика о том, как иногда может быть опасен взрыв водорода.

Вот что он пишет:

«Несколько лет тому назад рабочие, занятые при постройке

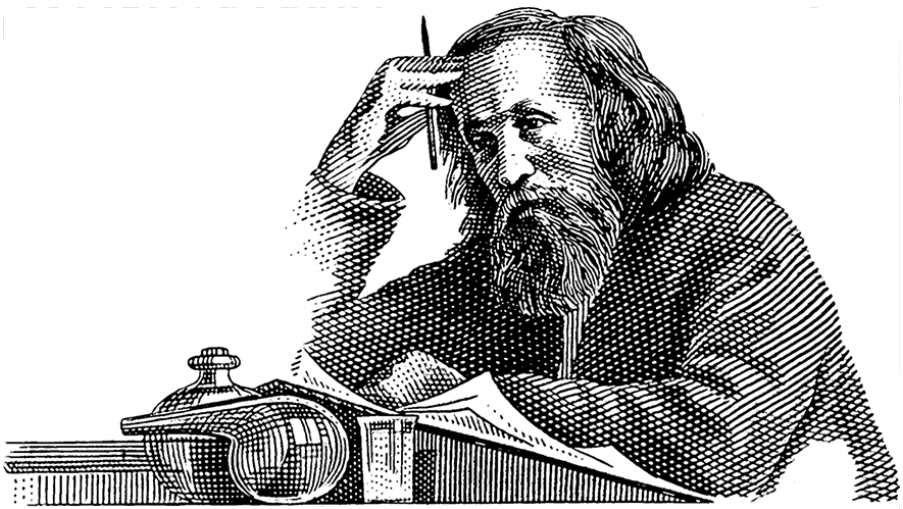
большого парового котла для германского военного судна, по небрежности оставили внутри его несколько кусков цинка; им в голову не приходило, что этим они могут причинить смерть многим своим товарищам и повергнуть много рабочих семей в глубокое отчаяние. Паровик был поднят на судно и установлен на место. Несколько времени спустя, судно отправилось в пробное плавание. Трюм был переполнен занятыми кочегарами; машины впервые дрогнули и быстро погнали мощное судно по морю. Вода за это время нагрелась до чрезвычайно высокой температуры, и цинк быстро растворялся в ней, освобождая при этом значительное количество водородного газа. Этот газ вместе с воздухом образовал в паровике страшно взрывчатую смесь. Люди, работавшие вокруг паровика, конечно, ничего этого не подозревали, а между тем котел постепенно наполнялся все больше и больше этой смертельной смесью.

Как вдруг, без малейших предупредительных признаков, с ослепительным блеском и оглушительным громом большой паровик разорвался на части, убив или искалечив всех находившихся в помещении людей, а само судно наполнилось облаком перегретого пара. Причина взрыва осталась тайной, пока в остатках паровика не нашли кусочков цинка.

Таким образом, мы видим, что силы химического сродства, находясь под контролем, становятся полезными слугами, а вне контроля — страшными господами».

Замазка Менделеева

Я сказал, что при сборке аппаратов для получения газов следует все щели замазывать замазкой. Лучше всего брать замазку, изобретенную нашим великим химиком Д. И. Менделеевым. Она готовится сплавлением 100 частей канифоли с 25 частями воска, в которые примешивается 40 частей железной муммии (красного окисла железа). К расплавленному воску присыпают перемешивая, порошок канифоли, затем муммии, продолжая нагревать и перемешивать, пока не получится однородная масса, в которую и вливают масло, массу разливают в картонные формочки или спичечные коробки. Перед применением ее вновь расплавляют. Замазка склеивает стекло со стеклом и стекло с металлом.



Сам изобретатель был настолько доволен ею, что не раз говаривал: «Эх, Дмитрий Иванович, чтобы ты делал, если бы профессор Менделеев не изобрел своей замазки».

Кстати о Менделееве. Его научная деятельность высоко ценилась в культурных странах, он был членом чуть ли не всех европейских академий наук, кроме… русской.

Представители «чистой науки», петербургские академики, забаллотировали его кандидатуру в члены Академии на том основании, что он «унижает» себя, занимаясь чисто практическими вопросами — приложением науки к технике.

Вода из огня

Ну, теперь опять можно вернуться к нашему прибору. Наполним газом еще один цилиндр; на этот раз газ сгорает почти беззвучно и не моментально; можно даже заметить появившееся при этом почти бесцветное пламя.

Вынем газоотводную трубку из пневматической ванны и, отвернув на всякий случай в сторону лицо, зажжем выходящий из нее газ. Он горит спокойно, маленьким, еле видным пламенем.

Что же получается при горении? Вода! Приблизьте к пламени холодный, совершенно сухой утюг, — он покроется каплями воды.

Металлы отнимают от воды кислород, а выделившийся водород снова при сгорании соединяется с ним и снова превращается в воду.

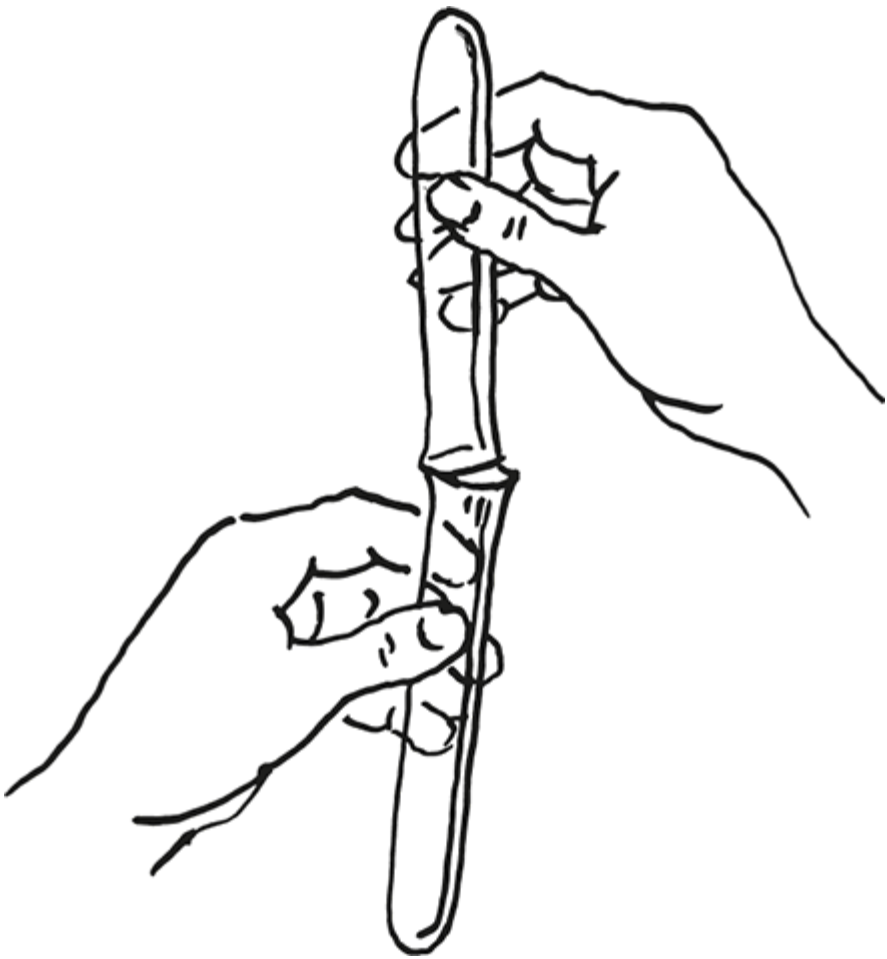
Водород горит не только в воздухе: еще энергичнее, чем с кислородом, соединяется этот газ с хлором. Если бы опустить наше водородное пламя в сосуд с хлором, оно не погасло бы; оно продолжало бы гореть, сменив свой голубоватый чуть заметный цвет на зеленоватый, ясно видный. Хлор (мы еще с ним познакомимся) — цветной газ. Его желто-зеленый цвет бледнел бы по мере горения водорода, и, когда бы содержимое сосуда обесцветилось, пламя угасло бы само собою. В результате горения мы получили бы уже знакомый нам по прежним опытам хлористый водород.

Прилив в сосуд воды и взболтав сосуд, мы получили бы соляную кислоту, окрашивающую синюю лакмусовую бумажку в красный цвет.

Но мы не станем проделывать этот опыт: как хлор, так и хлористый водород ядовиты, и их не следует добывать в комнате.

Переливание… вверх

Всегда ли переливаемое вещество льется сверху вниз? Мы так привыкли переливать жидкости, которые во много раз тяжелее воздуха, что нам и в голову не приходит ставить подобный вопрос. А между тем, подумав, вы сами легко сообразите, что нельзя из пробирки с водородом перелить этот газ в другую пробирку тем же приемом, какой мы применяем при переливании воды. В этом случае придется как раз обратно — переливать из нижней пробирки в верхнюю.



Наполнив под водой одну из пробирок водородом, берем другую «пустую», то есть наполненную воздухом, и, держа последнюю отверстием вниз, ставим ее рядом с первой. Теперь пробирку с водородом быстро перевертываем вверх отверстием

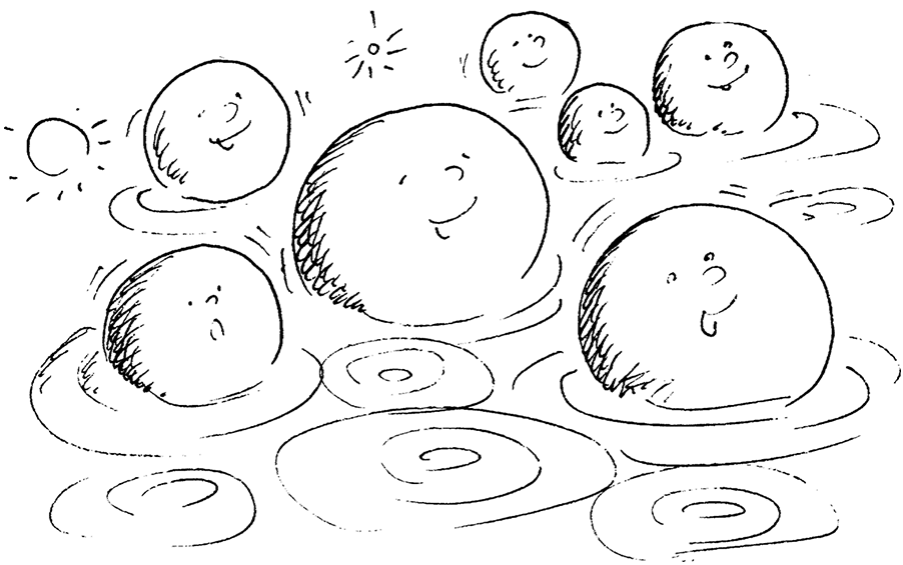
так, чтобы оно пришлось как раз под отверстием второй пробирки. Если опыт удался, легонькая вспышка при приближении второй пробирки к пламени спиртовой лампы докажет нам, что водород «перелился» в нее из первой пробирки.

Известный навык, требующийся для такого опыта, приобретается после двух-трех упражнений.

Мыльные пузыри

Обратили ли вы внимание, что мыльные пузыри зимой поднимаются вверх, а летом падают вниз? Это происходит оттого, что теплый воздух легче холодного и зимой разница между температурой воздуха в комнате (особенно вблизи окон) и выдыхаемого вами в пузырь достаточна, чтобы преодолеть тяжесть его оболочки. Наполняя мыльные пузыри водородом, можно увидеть их летящими ввысь и в самый жаркий летний день. Как бы тепел и легок ни был летний воздух, он все же тяжелее водорода.

Чтобы получить пузыри величиной в крупное антоновское яблоко, возьмите совершенно чистое, так называемое марсельское мыло, настрогайте его перочинным ножом мелкими стружками и растворите в воде, добавив потом к ней глицерина.



Мыла и глицерина возьмите поровну (например, по 5 граммов), а дистиллированной или мягкой дождевой воды вчетверо больше (20 граммов). Всыпав мыло в пузырек и залив водою, оставьте стоять на сутки, потом долейте глицерином и, хорошо переболтав, дайте смеси постоять еще сутки. Такая смесь будет вам служить долго; для опытов же ее достаточно брать каждый раз по чайной ложке.

Укрепив в отверстии газоотводной трубки прибора для добывания водорода соломинку с расщепленными концами, легко

научиться при ее помощи выдувать крупные пузыри. Надо только несколько изменить газоотводную трубку, надев на ее конец отрезок резиновой, а в другой конец последней вставив стеклянную трубку с оттянутым концом. Сжимая резиновую трубку пальцами, можно регулировать быстроту выдувания.

Пузыри поднимаются в комнате до самого потолка, а на открытом воздухе в безветренную погоду улетают так высоко (метров на двести), что скрываются из глаз.

Из желтого в зеленое без прибавления синего

Раз уже у нас идет речь о водороде и под руками имеется кальций, покажу вам еще один опыт. Он не особенно эффектен, но поучителен.

В стакане — красно-желтый раствор хлорного железа. Как превратить его цвет в зеленый, не приливая к нему синей краски? Бросаем в стакан кусочек кальция; выделяется водород, и жидкость постепенно зеленеет.

Это очень важная в химии реакция восстановления, противоположная реакции окисления. Не будем пока на ней останавливаться, но в дальнейшем я еще напомню вам об этом опыте. Он поможет нам отчасти выяснить тайну строения окружающих нас веществ.

Последний перманентный газ

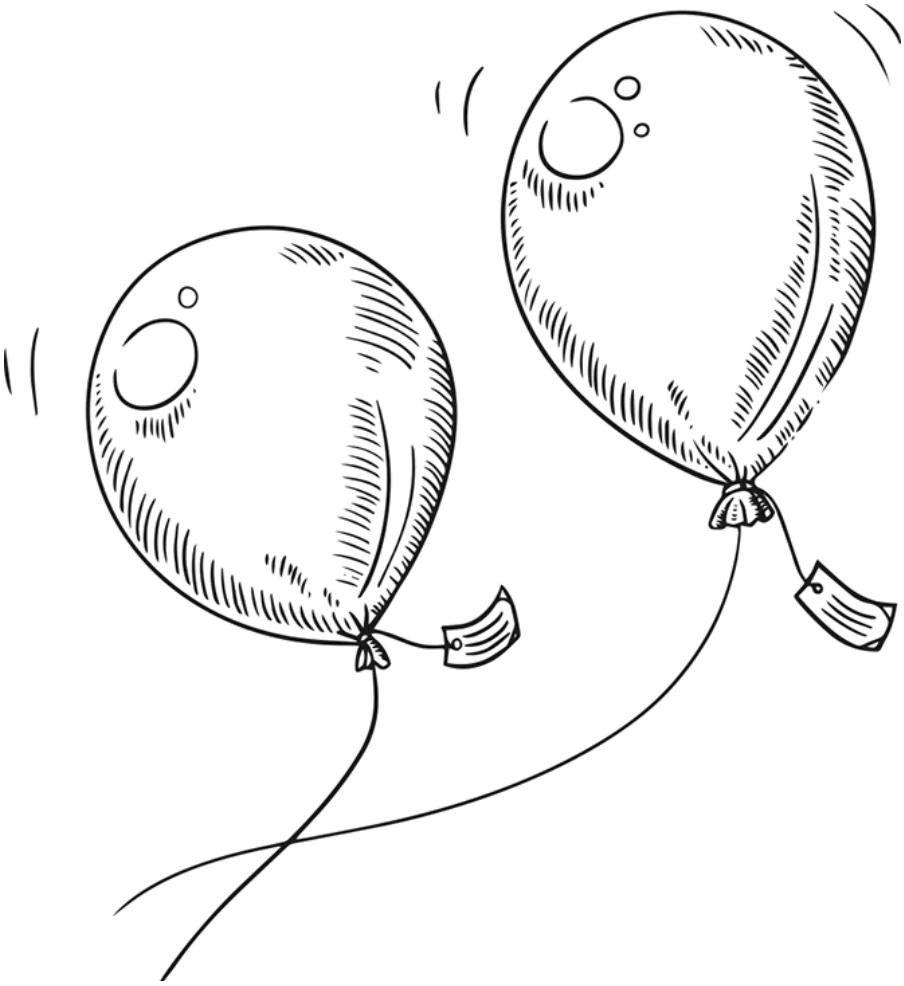
Раньше в химии газы делились на перманентные (постоянные) и сгущаемые в жидкость. Одним из перманентных был и водород. В 1877 г. Кальете и Пикте доказали, что всякий газ должен сгуститься в жидкость, лишь бы удалось охладить его ниже его «критической» температуры, при которой и выше которой он никаким давлением сгущен быть не может. Вслед за ними Врублевский и Ольшевский доказали это положение, обратив в жидкости кислород, азот и окись углерода, а Дюар, сгустив водород.

Но вот в 1895 г. был открыт новый газ — гелий, неизвестный во времена Дюара. Как ни велики были достижения Дюара, давшие возможность получать твердую углекислоту («сухой лед») и кислород из воздуха, путем удаления из жидкого воздуха азота выкипанием при несколько высшей температуре, гелий долгие годы никому не удавалось сгустить.

Неужели были правы ученые прежних лет? Неужели гелий действительно перманентный газ? Даже при −268 °С он оставался газом.

Чуть не 30 лет гелий истощал терпение ученых, не желая подчиниться общему для всех газов закону. Только в 1922 г. удалось, наконец, Камерлингу Онесу, доведшему понижение температуры до — 268,8 °С сгустить этот «последний перманентный газ». Кезанг при –271,9 °С заморозил гелий в твердое, абсолютно прозрачное тело. Это произошло в 1926 г. Камерлингу Онесу не удалось дожить до этого дня, он умер несколькими месяцами раньше.

О гелии, об интересном пути его открытия, нам еще придется сказать в дальнейшем. Это легчайший из газов, за исключением водорода, и идет он на наполнение дирижаблей, так как он не горюч и не взрывает в смеси с воздухом. Им же наполняют газосвечные лампы, сигнализирующие сквозь туман. При прохождении через гелий тока, он светит красным светом.



Газ разнообразного применения

Это уже отчасти знакомый вам хлор. Выйдемте в сад, и я ближе познакомлю вас с этим газом, так как, добывая его в комнате, мы рискуем очутиться в положении одного химика-дилетанта, который своими опытами переполошил всех жильцов многоэтажного дома.

Чтобы самому экспериментатору не стать жертвою газа, лучше, делая опыты, дышать через платок, смоченный раствором гипосульфита натрия. Техники так и зовут его антихлором, применяя для удаления следов хлора из отбеливаемых последним пряжи, тканей и бумажной массы.

Вообще, надо заметить, что хлор задолго до использования в военном деле готовился в больших количествах для различных технических целей, а опыт войны привел к применению хлора в земледелии для отравления вредителей растительности. Им же отравляют разносителей чумных бактерий.

В виде белильной извести и хлорной воды этот газ является испытанным дезинфекционным средством. Сравнительно недавно медики научились дезинфицировать им живой организм человека. Оказывается, что если вдыхание воздуха, содержащего достаточную примесь хлора, вызывает удушье и даже смерть, то воздух с очень ничтожным содержанием хлора вылечивает от гриппа и других болезней дыхательных путей убивая

болезнетворных микробов, но не разрушая тканей организма.

Но самое любопытное, что хлор, будучи сам боевым газом, служит средством защиты от действия еще более страшного, чем он, газа иприта (горчичного газа). Иприт — это тоже одно из сложных производных хлора. Не испугайтесь его научного названия: дихлордиэтилсульфид.

Химик, впервые его открывший, писал о нем: «Поразительно, как вещество, с виду такое безобидное, мало летучее, почти нерастворимое в воде, с слабым запахом, с совершенно нейтральной реакцией и с химической структурой, при которой совершенно нельзя предполагать столь опасных свойств, — оказывает такое сильное действие».

А надо отдать справедливость, действие иприта чрезвычайно сильное.

Тяжелые ожоги кожи, трудно заживающие, гноящиеся язвы, гнойное воспаление легких, слепота, бронхит, лихорадка, наконец, смерть — таковы следствия отравления ипритом.

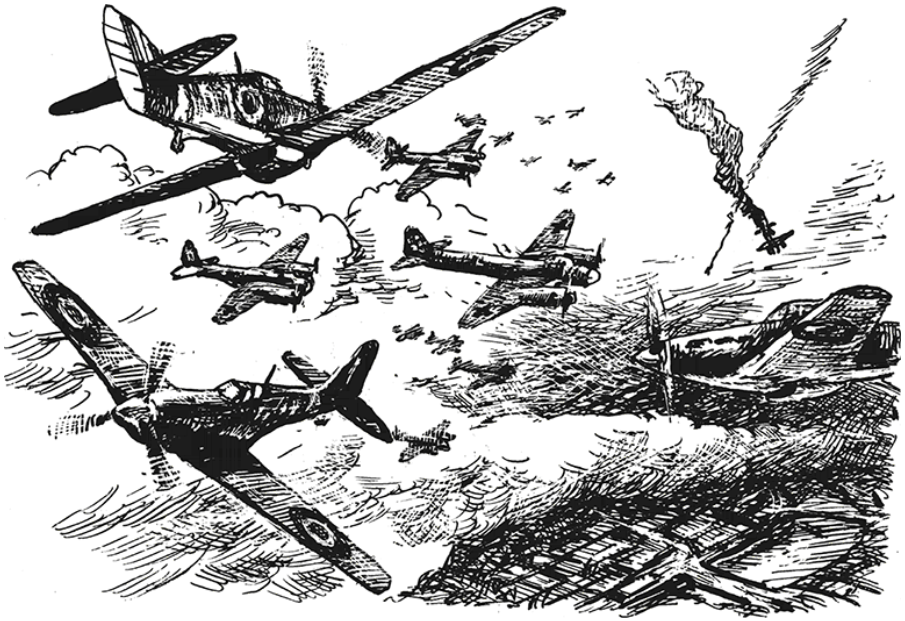
Эта маслянистая бесцветная жидкость, разлитая на каком-либо пространстве, может держаться в почве в течение месяцев, все время делая местность необитаемой.

Средство его обеззараживания — нейтрализация иприта хлором. Как тут не вспомнить пословицу: «клин клином вышибают!»

Попутно скажу, что еще ужаснее иприта другое сложное производное хлора, мышьяка, углерода и водорода — люизит, хотя не испытанный на полях сражения, но практиковавшийся капиталистами для «бескровного» разгона рабочих демонстраций и стачечников. Его называют «смертельной росой». Предполагают, что 50 аэропланов, несущих начиненные люизитом бомбы, могут уничтожить все население Нью-Йорка…

Что одно и то же вещество может являться и ядом, и лекарством, химикам давно известно.

Например, иприт в определенной дозе и смеси уже испытывался в качестве средства для лечения чахотки.



Кто же в наше время не знает, что такие страшные яды, как мышьяк, стрихнин, синильная кислота и прочие с успехом применяются в медицине? Невинные лавровишневые капли содержат синильную кислоту, одна капля которой, если ее взять в чистом виде, способна умертвить лошадь.

Начальник химической службы США сказал, что со времени изобретения пороха ничто не внесло таких изменений в способы ведения войны, как отравляющие вещества. С момента, когда действие этих веществ станет независимо от погоды, методы войны резко изменятся. Одежда бойцов должна стать газонепроницаемой, пища исключительно консервированной в запаянных жестянках, тяга исключительно механической, убежища должны иметь приток кислорода, и пр. и пр.

Страшная вещь ураганный артиллерийский обстрел!.. А знаете, какой незначительный эффект он дает в сравнении с количеством выпущенного металла?

Вот цифры: длительный обстрел 25 000 снарядов дал 2 убитых и 25 раненых, столько же снарядов с отравляющими веществами вывели из строя 300 человек.

Трудно, конечно, сказать, какие именно отравляющие вещества путем газовых атак и «химических» бомб, сбрасываемых с аэропланов, применят империалистические державы в подготавливаемых ими войнах.

Одно несомненно, — что учиться защите от отравления «военным газом» должен каждый из нас. Одна из лучших мер — противогаз, т. е. защитная маска и костюм. Надев их, человек

дышит через вещества, связывающие химически отравляющие вещества, следовательно, обезвреживающие их, и тем защищает кожные покровы.

Теперь уже выработаны и универсальные противогазы, позволяющие свыше часа оставаться в атмосфере, в которой моментально гибнет всякое живое существо, не снабженное противогазом.

Итак, аппарат для получения хлора мною уже собран и готов для обозревания.

Он несложен и состоит из колбы с воронкой и газоотводной трубкой, опущенной прямо на дно стеклянного цилиндра для сбора газа.

Цилиндр сверху прикрыт куском картона с отверстием для трубки.

Хлор в два с половиной раза тяжелее воздуха, так что его можно, в особенности на открытом воздухе, собирать таким упрощенным способом.

В воде же он хорошо растворяется, — в холодной лучше, чем в горячей; поэтому, если собирать его под водою, как мы это делали с водородом, то воду надо брать как можно более горячей, хотя при этом трудно избежать лопания сосудов для сбора газа.

В колбе находится тесто из перекиси марганца с соляной кислотой. Колба стоит на треножнике, покрытом проволочной асбестированной сеткой (для равномерного нагревания колбы), под которую я поставил спиртовую лампочку. Нагревать надо слегка.

Зажигаю спирт, и реакция начинается. Замечаете, как желтеет воздух в колбе?

Богатая кислородом перекись марганца отдает его соляной кислоте, отнимая от последней водород. Марганец же в обмене поглощает хлор, обращаясь в хлористый марганец, но так как всего выделяющегося при этом хлора он связать не может, то часть газа остается в свободном состоянии.

Этот зеленовато-желтый газ, постепенно вытесняющий воздух из колбы и цилиндра, и есть хлор. Вы, вероятно, уже чувствуете его запах, так как он наполнил сборный сосуд и начал переливаться через край. У меня под рукой несколько таких цилиндров. Заменяю цилиндр, наполненный хлором, новым, а первый прикрываю куском стекла.

Хлор и Фарадей

Я думаю, что имя Михаила Фарадея вам знакомо? Сын кузнеца, ученик переплетчика, окончивший только начальную школу, он, благодаря выдающемуся уму и любви к знанию, стал основателем всей современной электротехники, открыв «превращение магнетизма в электричество», т. е. возникновение тока в проводнике, движущемся в магнитном поле. Это повело к изобретению динамо-машины, преобразующей механическую энергию в электрический ток высокого напряжения.

Но Фарадей, что не все знают, был не только электриком, но и одним из крупнейших химиков своего времени. В частности, он первый доказал, что хлор может быть сгущен в жидкость.

Фарадею, когда он работал над сгущением хлора, пришлось выслушать нотацию от одного из ученых, зашедших в лабораторию.

— Молодой человек, надо чище мыть химическую посуду, у вас внутри трубки я вижу какие-то жирные капли.

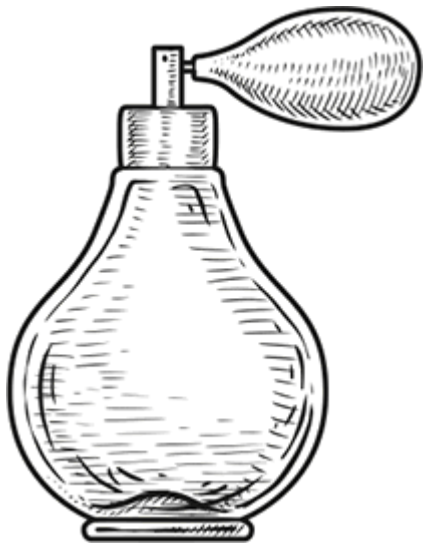
Фарадей промолчал, но на другой день послал своему критику записку: «то, что вы сочли грязью, был жидкий хлор».

А ученый и не подозревал, что хлор может быть сгущен в жидкость.

Хлор, цветы и цвета

Сорвите, пожалуйста, вон ту прекрасную розу и пару-другую каких-либо ярко окрашенных цветов.

Обрызгиваю их из пульверизатора водой (для растворения хлора) и опускаю в сосуд с хлором.



Куда делась их чудная окраска?

Смотрите, как они побледнели, какими стали некрасивыми.

Бросаю в тот же цилиндр несколько ярких тряпочек, тоже увлажнив их предварительно. Они обесцвечиваются.

Во второй цилиндр лью одну за другой жидкости разных цветов, подкрашенные растительными и искусственными органическими красками; туда же вливаю немного чернил из чернильницы и, закрыв отверстие цилиндра стеклом, взбалтываю смесь, пока она не обесцветится. Впрочем, с обесцвечивающей способностью хлора мы с вами уже знакомы: мы пользовались ею в опытах-фокусах, с которых начали нашу беседу. Только тогда мы брали не газообразный хлор, а его раствор в воде — хлорную воду.

Хлорная вода белит не хуже хлора; однако, в заводской практике для беления не всегда можно пользоваться газообразным хлором или его водяным раствором. Чаще для беления, а также для дезинфекции хлор берут в виде хлорной извести. В ней он связан химически, но связь эта непрочна, хлор из нее легко выделяется; оттого-то белильная известь и имеет его запах. Хлорную известь можно достать готовой; поэтому для химических фокусов, основанных на обесцвечивании хлором, вам нет надобности самим ее готовить, как мы это делаем сейчас, а можно заменить ее водой, настоенной на белильной извести.

Кстати, ее белящее действие вдвое сильнее, чем у газообразного хлора. Курьез заключается в том, что хлор не сам белит краски, — их обесцвечивает кислород, выделению которого в свободном состоянии способствует хлор. Сам же хлор является сильным разрушителем волокон пряжи и тканей. Оттого-то на предприятиях отбеленные хлором изделия отмываются раствором антихлора, то есть гипосульфита, как мы уже о том говорили.

Вы заметили, как желтеют листы очень старых газет, какой ломкой становится бумага, на которой они напечатаны?

Это результат отбелки хлором бумажной массы.

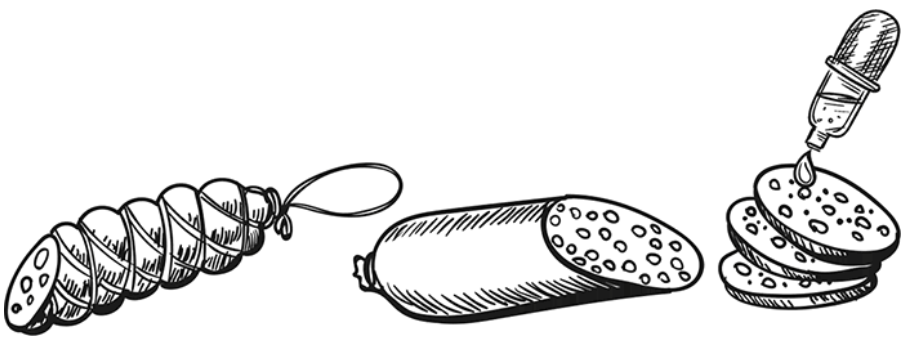
Окраска хлором в синий цвет

Хлором можно не только белить, но и красить. При помощи хлора бесцветное можно сделать цветным.

В пробирке, которую я держу в руке, бесцветный жидкий клейстер. Опускаю в пробирку газоотводную трубку от прибора для получения хлора, — газ проходит через раствор, но не поднимается выше его уровня, раствор же, как видите, приобретает красивый фиолетово-синий цвет.

Клейстер был мною сварен из крахмала в растворе йодистого калия. Из этого последнего хлор вытеснил йод, который с крахмалом дает темно-синее окрашивание.

Попутно замечу, что это очень чувствительная реакция на крахмал, и (в упрощенном виде, когда берется прямо готовый йод) служит она для нахождения крахмала в качестве подмеси к творогу, какао, колбасам и пр.



Окраска хлором в красный цвет

Многие, даже красильные мастера, вообще не слыхали, что хлором можно красить, но изучавшие химию знают, что он выделяет йод из соединений последнего и что йод окрашивает крахмал в синий цвет. Но даже и они не все знакомы с фактом, что хлором можно красить и в красный цвет.

Как это делается, сейчас покажу.

Беру один из стеклянных цилиндров с хлором и отливаю из него немного газа в другой, пустой (то есть наполненный воздухом) цилиндр. Прикрываю последний сверху стеклом и несколько раз переворачиваю его вверх и вниз, чтобы хлор хорошенько смешался с воздухом. Обратите внимание, что хлора было взято так мало, что смесь газов осталась бесцветной. Опускаю в цилиндр влажную полоску фильтровальной бумаги и вынимаю ее оттуда окрашенной в розовый цвет. Повторяю опыт, прилив немного больше хлора, — бумажка принимает интенсивно красную окраску.

Бумагу я увлажнял раствором бромистого калия (применяется как лекарство при нервных болезнях), к которому была прибавлена капля щелочного раствора, флуоресцина. Хлор вытесняет из бромистого калия бром, а бром превращает флуоресцин в ярко-красный эозин, органическое вещество, обладающее весьма большой красящей способностью.

Описанным путем в военное время можно обнаружить следы хлора в воздухе ранее, чем он дойдет до окопов, и тем предохранить воюющих от опасности отравления, дав им время надеть предохранительные маски.

Еще окраска хлором

Беру пробирку и, налив ее до половины водой, растворяю в ней кристаллик зеленого хлористого железа. Слабо-зеленоватое окрашивание раствора почти совсем незаметно. Погружаю в пробирку газоотводную трубку от аппарата для добычи хлора и пропускаю некоторое время газ через раствор. Жидкость принимает красно-желтоватый цвет: хлористое железо превратилось в хлорное.

Эта реакция противоположна действию водорода на хлорное железо. Хотя в данном случае кислород в реакции не участвовал, она все же относится к реакциям окисления.

Говоря о восстановлении железной соли водородом, я сказал,

что она поможет нам выяснить одну из тайн строения веществ.

Постараюсь выполнить обещанное.

Железо дает с кислородом два окисла: закись — с меньшим содержанием кислорода и окись — с большим. Присоединение к закиси кислорода будет ее окислением, отнятие его от окиси — восстановлением. С хлором железо дает тоже два соединения, соответствующие закиси и окиси. Перевод одного и другого по аналогии также называется окислением и восстановлением.

Тайной же химического строения веществ является то обстоятельство, что элементы соединяются друг с другом в строго определенных весовых отношениях, и когда один из них присоединяется к другому в различных количествах, то эти количества находятся в простых кратных отношениях одно к другому. Так, в воде на одну весовую часть водорода приходится 8 весовых частей кислорода, а в перекиси водорода — 8×2, то есть 16.

Пока довольно. Мы ведь решили больше развлекаться занимательными химическими опытами, а выводы из них делать лишь попутно и в небольших «порциях».

Горение без воздуха

Что такое горение? В элементарных учебниках говорится, что «горение есть энергичное соединение вещества с кислородом воздуха, сопровождаемое выделением тепла и пламени».

Об этом частном случае горения мы с вами поговорим особо: он очень важен в практическом отношении, но с точки зрения химика все же остается не более, как частным случаем.

В дальнейшем вы увидите, что гореть вещества могут не только в воздухе, но и под водою, а сейчас я покажу вам, что горение может происходить и без кислорода. Хлор тоже может настолько энергично соединяться с некоторыми веществами, что этому соединению сопутствует выделение тепла и образование пламени. Помните, я говорил вам, что водород горит в хлоре? Дополняю, что не только водород, но и его соединения и, сверх того, некоторые металлы.

Горение в хлоре

Вот я зажигаю огарок свечи, надетый на проволоку, и опускаю его горящим в сосуд, наполненный хлором.

Видите: свеча продолжает гореть. Правда, коптит вовсю, не хуже керосиновой лампы с слишком выдвинутым фитилем, и по той же причине.

В коптящей лампе пламени не хватает кислорода, и часть углерода, входящая в состав керосина, не сгорая, выделяется в виде сажи. Здесь же совсем нет кислорода, а в хлоре углерод не горит; в нем сгорает только водород, находящийся в составе свечи.

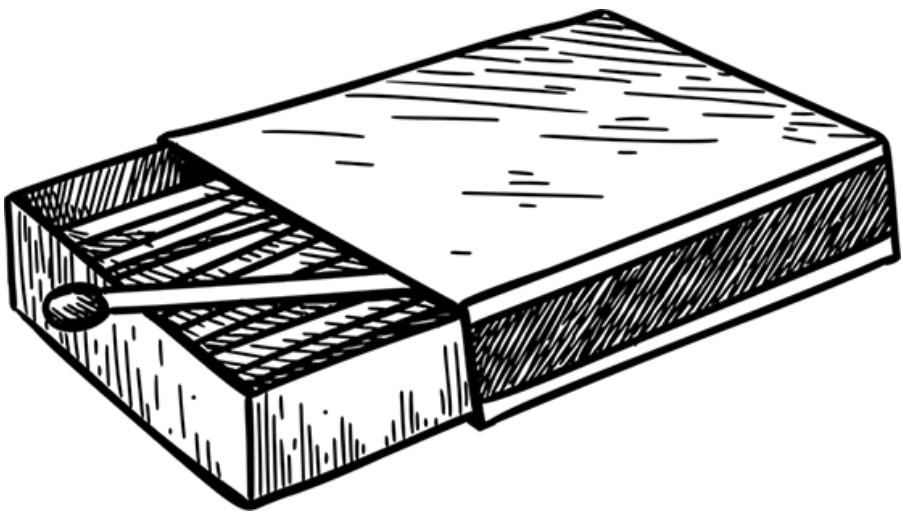
Зато сродство водорода и хлора так велико (смесь равных объемов этих газов взрывается даже без нагревания — на солнечном или ярком искусственном свету), что вещества, богатые водородом, сами собою загораются в хлоре.

Самовоспламенение

Вот еще пример ошибочной привычки обобщать незначительные данные. Мы привыкли ви деть, что тела загораются, будучи зажжены каким-нибудь другим, уже горящим телом. Ставят самовар — зажигают лучинки спичкой или в огне печки; закуривают папиросу — зажигают ее о свечу или о пламя спички. При этом как-то забывают, что сама-то спичка ничем не зажигается извне, а самовозгорается от трения ее головки о бумажку на коробке, то есть от повышения ее температуры.

Неверна поговорка: «Нет дыма без огня».

Мы видели, что дым и без огня бывает; а уж тем более было бы неправильно думать, что нет огня без огня. Страшные подземные пожары каменноугольных копей чаще всего возникают от самовозгорания угля. Сырое сено в копне тоже может загораться.



Хлор докажет нам возможность самовозгорания некоторых веществ.

Наливаю в пробирку немного скипидару, согреваю его, опустив пробирку в горячую воду, и смачиваю теплым скипидаром полоску пропускной бумаги.

Бросаю ее в пробирку с хлором, — она вспыхивает и сгорает коптящим пламенем.

И негорючее может гореть

Удивительно виденное нами горение горючих тел без воздуха, но еще более странным кажется горение в хлоре таких веществ, которые мы вообще привыкли считать негорючими.

— Горит ли медь?

— Что за странный вопрос, — скажете вы, — конечно, нет!

— Ну, так смотрите.

Беру медную монету и тру ее о стальной напилок, чтобы получить немного меди в порошке. Работа медленная и скучная. Делаю ее на ваших глазах только для того, чтобы вы видели все приготовления. А вот тут в баночке у меня такой же мелкий порошок бронзы. Для удаления следов жира и грязи я промыл порошки крепким спиртом. Беру еще очень тоненький, тоньше бумажного листа, кусочек меди.

Сбрасываю с бумаги напиленные на ваших глазах медные опилки в сосуд с хлором, — они вспыхивают и сгорают яркими блестками. Понемногу ссыпаю туда же бронзовый порошок, — он также загорается сам собою и сгорает весь без остатка. В заключение опускаю в хлор медный листок; обратите внимание на зеленый цвет его пламени.

Зеленая пыль, покрывшая дно сосуда, — это соединение меди с хлором, хлористая медь.

Итак, негорючесть меди нами опровергнута.

Дымовая завеса

К числу химических «достижений» военного дела относится маскировка расположения воинских частей, сокрытие их действий от наблюдения неприятеля за дымовой завесой.

Только это не дым костров и вообще не настоящий дым, образующийся при горении. И в этом случае на помощь сражающимся пришла химия.

Если мы заменим в нашем предыдущем опыте медь оловом, взятым в виде станиоля (тонких оловянных листов, в какие, например, завертывают плитки шоколада), а самый газ немного подогреем, то эффект будет тот же самый — олово сгорит.

Не буду делать этого опыта: у меня есть уже готовое хлорное олово. Как видите, при обыкновенной температуре это не твердое, а жидкое вещество. На один момент приоткрываю склянку, в которой оно у меня хранится. Замечаете этот густой белый дым? Это хлорное олово соединяется с парами воды, всегда присутствующими в воздухе, и дает тончайшую белую пыль.

Выливая хлорное олово на землю, войска за образующейся густой белой завесой скрывались от врага.

Защита недешевая! Хлорное олово — вещество дорогое, поэтому на войне стали пользоваться дымовыми завесами, получаемыми другими, тоже химическими, способами.

Фейерверк в склянке

Наиболее эффектным примером самовозгорания и горения в хлоре является горение в нем металлической сурьмы.

Сурьма — очень хрупкий элемент, по своим химическим свойствам стоящий на границе между металлами и металлоидами.

Истолченную в порошок сурьму, — а толчется она легко, — всыпаю в маленькую шаровидную колбочку и соединяю горло последней широкой резиновой трубкой с стеклянной трубкой, проходящей через пробку, которая закрывает сосуд с хлором.

Вот и все приспособление для фейерверка.

Поднимаю колбу вверх и небольшими порциями пересыпаю порошок сурьмы в банку с хлором.

Правда, какой красивый огненный дождь?

Каждая порошинка сурьмы, раньше чем сгореть, раскаляется добела, и тысячи огненных искр наполняют банку.

Повторяя описанные опыты самостоятельно, не забывайте, что хлор поддерживает только горение, но не дыхание. Берегите ваши легкие и глаза и, делая опыты в комнате, если лишены возможности работать на открытом воздухе, работайте у открытого окна.

Хлор в мировой войне

Вот как картинно описывает Л. Никулин газовую атаку хлором и ее убийственные последствия.

«Еще было далеко до рассвета, но ветер дул с запада прямо в лицо, и это был не предутренний ветер, а знак перемены погоды. Облака стояли на западе низкой стеной, и от этого темная ночь была еще темнее.

И вдруг что-то сразу задвигалось, зашевелилась, заколебалось впереди за косогором, где лежали в окопах немцы. Там пели рожки, там двигались неисчислимые людские массы. В русских окопах припали к брустверам наблюдатели. По всей линии били газовую тревогу, и дымящимися, колеблющимися желтыми языками зажигались в окопах костры.

Газовый наблюдатель глядел в темноту и, сжимая зубы, бил штыком по подвешенному куску рельса. Свистели дежурные, смены выбегали из блиндажей и растекались по окопам. Плясали огромные, уродливые тени от пылающих костров. Жгли костры, чтобы дымом остановить газ. Тяжелый, уже явственный, гнилой запах газа был в предательском, ласковом ветре запада. Маски противогазов уродливыми наростами, отвратительной опухолью белели на лицах. Плясали тени костров, колыхалось пламя, но от этого еще страшнее был мрак, ночь за окопами, еще тревожней была тишина. Затем вдруг взметнулись, уходя в небо огненно-лиловыми змеями, ракеты. Небо треснуло пополам, и вдоль всего фронта, с юга на север, обрушился на русские окопы чудовищный раскаленный град. Не было слышно ни отдельных разрывов, ни привычного частого пулеметного хлопанья. Сплошной оглушающий грохот, сплошное клокотание разрывов на многие версты вдоль и в глубину фронта. Отчаянно, беспорядочно палили на второй линии русские винтовки, хотя стрелять было некуда. Впереди, в первой линии, может быть, еще были свои. Но душный рвотный, мутящий запах газов, плач и стон шли оттуда, гудела и дрожала от сумасшедшей пальбы земля, и мешался разум, пальцы судорожно нажимали курок, и руки щелкали затворами.

Будто чудовищные, гигантские ковры выбивали чудовищные, гигантские руки над проклятым полем. Вой и стоны стояли над окопами. Корчась в крови и грязи, падали люди и ползли, путаясь в своих и чужих внутренностях. Едкий, ползучий, невидимый в темноте газ насыщал гипосульфит плохих противогазов, разъедал легкие, и люди бросались из окопов и бежали по изрытому воронками полю, вдруг останавливались, как вкопанные, и, настигнутые свинцом, валились лицом вниз».

Это картина газовой атаки хлором из времен мировой бойни 1914–1918 гг. Хлор выпускается по ветру из баллонов. При внезапной перемене направления ветра газовая волна шла обратно и отравляла тех, кто ее послал. Такие случаи бывали.

Хлор теперь сравнительно «невинный» газ.

К концу войны, а тем более за годы, протекшие после нее, химики империалистических стран «усовершенствовали» как взрывчатые, так и отравляющие вещества и способы действия ими.

Еще страшный газ

Из опыта мировой войны известно, что, как ни страшна газовая атака хлором, но она кажется невинной в сравнении с действием фосгена, представляющего соединение хлора с окисью углерода (хлорокись углерода). Газ этот бесцветен, резкого запаха в смеси с воздухом не имеет, и отравление им дает знать себя не сразу, а часов через 8, вызывая отек легких и смерть.

К нему, а впоследствии и к другим соединениям хлора, стали прибегать военные химики, когда противники обзавелись масками, парализующими действие хлора.

Но «нет яда, против которого не было бы противоядия», а потому научились теперь бороться и с фосгеном и с другими, еще более страшными газами.

Вот о второй-то составной части фосгена — об окиси углерода — я и хочу сказать вам несколько слов. Самое страшное в ней то, что она многим из нас грозит опасностью. Рано закрытая печь, несоблюдение осторожности при работе с простым паяльником, утюгом может повести к отравлению газом.

Это так называемый «угарный газ».

Угорев, не забывайте, что вернейшее предупреждение вредных последствий угара — это выйти на свежий воздух; в серьезных случаях обязательно обращаться к врачу.

Мы не станем получать этот газ (он получается разложением щавелевой кислоты, но этот опыт слишком рискован), тем более не будем делать с ним опытов, а лучше прочтем, что писал о нем один ученый.

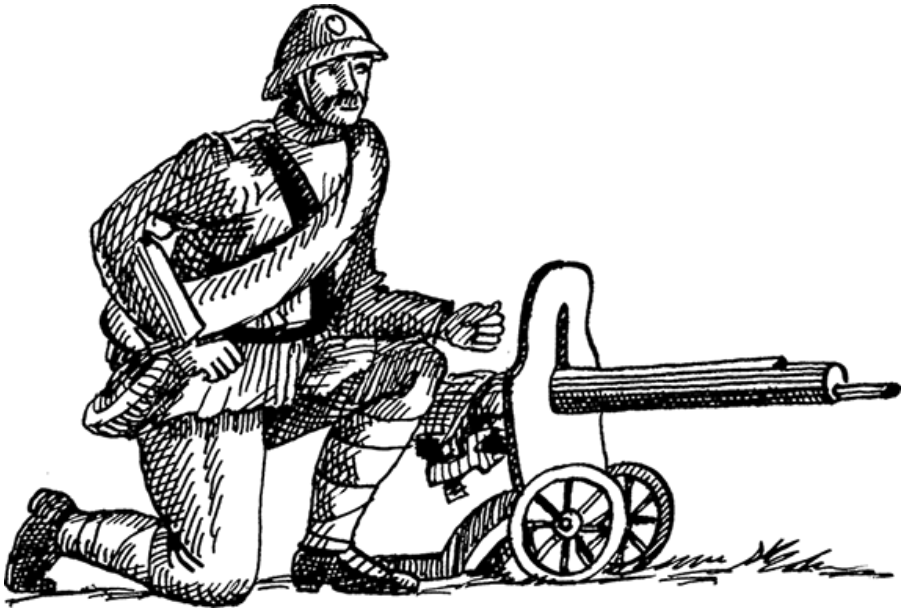
«Страшный спутник наших жилищ»

Так была озаглавлена большая статья об этом «домашнем яде», из которой я приведу главнейшее, что каждому следует знать об окиси углерода.

«…Давно известно, что примесь ее к воздуху в самых малых количествах (несколько тысячных долей объема воздуха) совершенно достаточна для того, чтобы менее чем в полчаса убить человека. И, что особенно ужасно, такой воздух, заключающий в себе смертельную дозу отравы, ничем не отличается (по внешним признакам) от чистого воздуха: окись углерода есть газ, не имеющий ни вкуса, ни цвета, ни запаха.

В условиях повседневной жизни отравления, оканчивающиеся смертью, сравнительно редки; большею частью они ограничиваются сердцебиением, головной болью, тошнотой, головокружением, но еще чаще (при нескольких миллионных долях содержания окиси углерода в воздухе) тяжестью головы, апатией, дурным расположением духа, беспокойным сном…

Сущность отравления окисью углерода была раскрыта знаменитым физиологом Клодом Бернаром. Благодаря ему мы знаем, что окись углерода, приходя в соприкосновение с кровью в наших дыхательных путях, полностью поступает в красные кровяные шарики и соединяется в них с гемоглобином (красящим веществом шариков). Так как соединение гемоглобина с окисью углерода более прочно, чем с кислородом, то окисление крови делается невозможным. Само собою разумеется, что долго и в сколько-нибудь значительных размерах такое явление продолжаться не может, — наступает асфиксия (удушение), за которой следует вскоре смерть». Прервем рассказ Чернышева.



Ужасная драма разыгралась 30 мая 1917 г. при взятии Карнилье. Французы наступали, чтоб захватить господствующую возвышенность. Перед их атакой велась адская канонада: артиллерийская подготовка к атаке. Когда высота была французами занята, обнаружился один из результатов этой подготовки. Один из французских снарядов попал в воздушный канал туннеля, выходы из которого были засыпаны осколками скал, разрушенных другими снарядами. Снаряд, попавший в воздушный канал, отравил окисью углерода два батальона немцев, спрятавшихся в туннеле и готовившихся к контратаке. Их трупы вплотную забили выходы из туннеля. Вернемся снова к тому, что говорит Чернышев. «Но и во всех тех случаях, когда мы вдыхаем ничтожнейшие количества окиси углерода, эта последняя делает понемногу свое губительное дело — уничтожает жизнедеятельность некоторой части кровяных шариков. Это ведет к расстройству отправлений организма во всех областях его деятельности: мускулы слабеют и делаются неспособными к обычной работе, пищеварение становится неправильным, сердце судорожно сжимается, нервы расстраиваются, голова (мозг) тяжелеет и теряет способность соображать привычным образом, память изменяет на каждом шагу (например, в именах окружающих лиц).

Такова ужасная картина единичного легкого отравления окисью углерода.

Но и это еще не все. Из воздуха и с пищей, как известно, в наш организм постоянно попадают всевозможные болезнетворные

микробы, с которыми сейчас же вступают в ожесточенную борьбу белые кровяные тельца. Недостаток жизнедеятельных кровяных телец обеспечит перевес в этой борьбе за микробами. Таковы микро-причины и макро-следствия.

Жаровня с горящими угольями в комнате с закрытыми дверями и окнами — хорошо известное и бесспорное средство, которым часто пользуются романисты в повестях с трагической развязкой. Но повествователи большей частью бывают плохими химиками; вероятно, поэтому они умалчивают, как образуется смертоносный яд в жаровне с угольями.

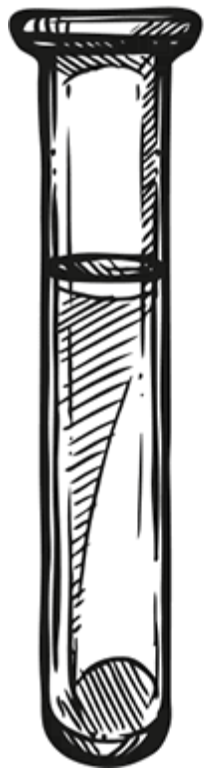
Не менее интересен такой, никем не подозреваемый, источник угара, как сплошной чугунный утюг, нагреваемый на плите или прямо в топке и внесенный в другое помещение для глажения: в невидимых порах чугуна заключается большой запас окиси углерода, которая выделяется наружу по мере остывания утюга. Гладильщица, наклоняющаяся над утюгом, может угореть таким образом даже на открытом воздухе, без кусочка горящего угля поблизости.

Курящаяся папироса или трубка также есть идеальный источник окиси углерода: при ее тлении очень мало образуется углекислоты. Вместе с окисью углерода в наши легкие поступает никотин и другие продукты горения и разложения табака; о вреде их мы говорить не будем — достаточно одной окиси углерода, чтобы понять, какой яд мы вводим в наш организм при курении».

Автомашины с двигателями внутреннего сгорания — это тоже источник окиси углерода. Она находится в выхлопных газах их моторов и отравляет уличный воздух, а в плохо вентилируемых закрытых машинах — и воздух внутри их. Это вызывает головную боль и головокружение у пассажиров. Анализ

воздуха парижских улиц показал, что в нем содержится 44 части окиси углерода на 10 000 объемов воздуха. Особо значительно содержание этого страшного газа в туннелях с сильным автомобильным движением. В новом Нью-Йоркском туннеле под р. Гудзоном установлен специальный контрольный аппарат, определяющий количество окиси углерода в воздухе и сигнализирующий, когда оно становится опасным.

К сожалению, в широких кругах публики не подозревают, что окись углерода — «коварный газ», который нельзя обнаружить обонянием. Ошибаются, говоря, что «пахнет угаром». Пахнут в этом случае сравнительно безвредные продукты сухой перегонки угля, присутствие которых, правда, служит косвенным указанием на наличие страшной окиси углерода. Хуже всего убеждение большинства, что, если «угаром не пахнет», значит и опасности никакой нет. И опять-таки, к сожалению, мало кто знаком с прекрасным способом обнаружения присутствия окиси углерода в воздухе в самых ничтожных дозах. Этот способ заключается в следующем: надо внести в помещение, в котором подозревают наличие угарного газа, пропускную бумагу, смоченную раствором хлористого палладия. От малейших следов окиси углерода бумажка почернеет.



Для установления диагноза, отравлен ли человек угарным газом, химия дает также способ: несколько капель раствора медного купороса, прибавленные к разбавленной водой крови здорового человека, меняют окраску последней на желто-зеленую; кровь же угоревшего человека остается ярко-красной.

В промышленных предприятиях, где приходится сталкиваться с опасностью отравления CO (окись углерода), устанавливаются специальные сигнализирующие приборы — газоанализаторы.

Эти приборы бывают физическими, химическими и

электрическими.

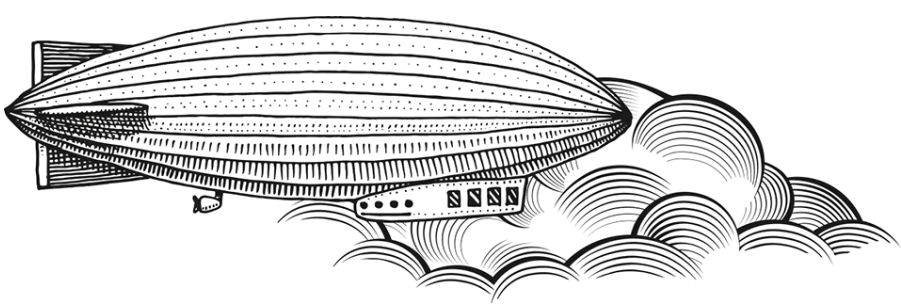
Современная техника сумела однако этот страшный газ применить с пользой для дела.

Голубой и водяной газы

Надо отдать справедливость техникам, что они чрезвычайно любят придумывать совершенно неудачные названия, ставящие в тупик непосвященных. Химия не знает голубого газа. Так прозвали американские техники получаемую умышленно в больших количествах окись углерода, потому что этот газ горит голубым пламенем. Вы сами, вероятно, не раз любовались его голубыми огоньками, глядя в горящую печь.

Получают его сожжением дешевых сортов топлива, не развивающих при сгорании большого жара. Горящий газ направляют навстречу току искусственно нагретого воздуха, смесь вспыхивает и сгорает в конечный продукт окисления углерода — в угольный ангидрид (углекислый газ). Температура такого пламени доходит до 1000°, и оно применяется там, где требуется не только большое количество тепла, но и сильный жар: в металлургии, в стеклянном производстве, для движения и освещения.

Филологический курьез. В технике применяется еще один газ с содержанием до 25 % голубого газа, то есть окиси углерода, и называется он блаугаз. По-немецки слово blau значит синий. Но правильное его название: газ инженера Блау, по фамилии лица, предложившего его применение, а не «синий газ». Таким газом, между прочим, питаются моторы дирижабля «Цеппелин-127».



Что касается водяного газа, то физик и химик назовут водяным газом, т. е. водой в газообразном состоянии, водяной пар, перегретый до такой температуры (свыше 1000°), при которой его никаким давлением нельзя сгустить в жидкость.

В технике же называют «водяным газом» горячую смесь окиси углерода с водородом, получающуюся при разложении раскаленным углем воды, пульверизируемой на его поверхность в виде пыли или пускаемой в виде струи пара. Уголь при этом соединяется с кислородом воды в окись углерода, а водород

освобождается. В избытке воздуха такая смесь газов сгорает, причем окись углерода обращается в неспособный к дальнейшему горению угольный ангидрид, а водород — обратно в воду.

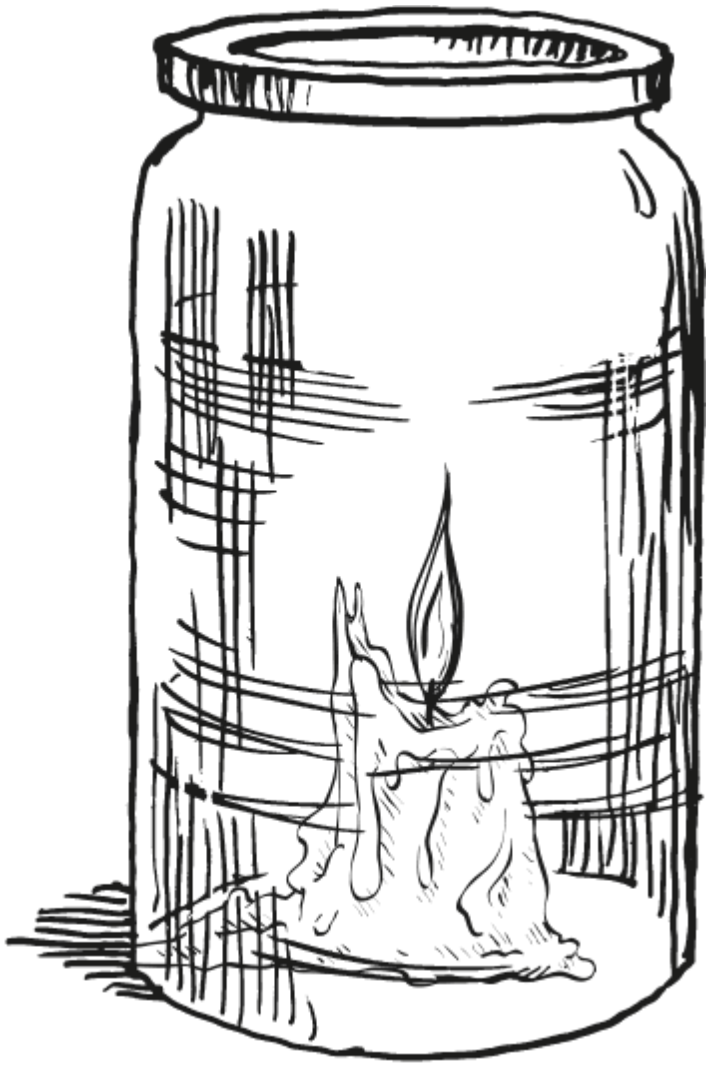
Сказанное попутно объясняет нам, почему в кузницах, чтобы усилить жар, брызжут в уголь воду, и отчего гашение большого пожара тонкими струйками воды из ручных пожарных насосов не только не гасит, но и усиливает пламя.

Газы дыхания и горения

Один английский химик сказал, что поэт, впервые уподобивший жизнь горению свечи, был ближе к истине, чем сам это думал.

Зажжем свечу. Коснемся ее пламени холодным утюгом. На нем, как и при прикосновении к пламени водорода, мы заметим капли воды, но, кроме того, еще и сажу.

Поставим огарок свечи в высокий стеклянный цилиндр (хотя бы в банку из-под варенья). Погорев некоторое время, свеча погаснет. Вольем в сосуд известковой воды, — вода помутнеет.



Подышим на холодное стекло, — оно «запотеет», покроется мелкими каплями воды. Будем дышать через налитую в стакан прозрачную известковую воду, опустив в нее один конец стеклянной трубки, а другой держа во рту. Вдыхайте при этом воздух носом и, задержав его в легких секунд на пять, выдыхайте ртом через трубочку: вода опять-таки помутнеет.

Помутнение в обоих случаях зависит от одной и той же причины: от наличия соединения углерода с кислородом. Это угольный газ, или более научно — угольный ангидрид. С водой он дает слабую угольную кислоту, но зачастую даже в учебниках химии и самый газ называют углекислым газом, а то и прямо углекислотой.

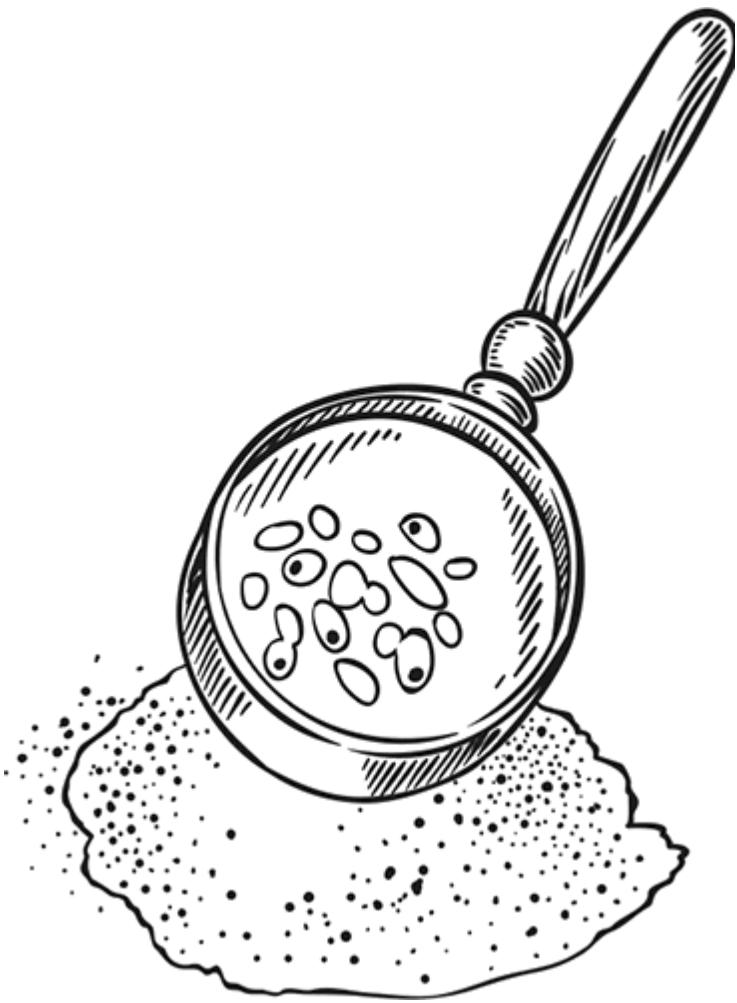
Следовательно, как при горении, так и при дыхании выделяются одни и те же продукты: вода и угольный ангидрид.

Если бы мы в первом опыте, с которого начались наши беседы, вместо магния взяли ядовитый фосфор, то опыт показал бы нам, что только пятая часть воздуха, — кислород, в нем растворенный, — поддерживает горение. Если бы мы имели жестокость поместить под стеклянный колокол, погруженный краями в воду, какую-нибудь живую тварь, она бы задохнулась раньше, чем вода поднялась бы в колоколе. Почему же?

Химический парадокс: являясь сильным ядом в чистом виде, фосфор в его соединениях — необходимая составная часть нашей пищи. Выделив из человеческого организма весь находящийся в нем фосфор в виде желтого фосфора, можно отравить им смертельно 250,000 человек.

Потому что фосфор, жадно соединяющийся с кислородом, перестанет гореть только тогда, когда сожжет весь кислород (то есть израсходует его на сожжение), а живое существо умрет уже при недостатке последнего.

Должен оговориться: не всякое живое существо. Есть бактерии, дышащие серой; есть живые существа, для которых кислород — яд.



Кислород был впервые получен в чистом виде знаменитым английским ученым Пристлеем в 1774 году.

Имя Пристлея надо присоединить к списку тех многих ученых, которых преследовали попы и контрреволюционеры. Он не скрывал ни своих свободных взглядов на догматы церковников, ни революционных симпатий. И вот, когда он с друзьями праздновал годовщину взятия Бастилии, натравленные попами черносотенцы напали на его дом, разгромили лабораторию, сожгли его рукописи. Спасая свою жизнь, Пристлей бежал, а впоследствии эмигрировал в Америку.

Такое преследование научной мысли происходит и в наше «просвещенное время». На наших глазах в фашистской Германии идет озверелое гонение на ученых, и сжигаются, как в средние века, на площадях труды гениальных мыслителей.

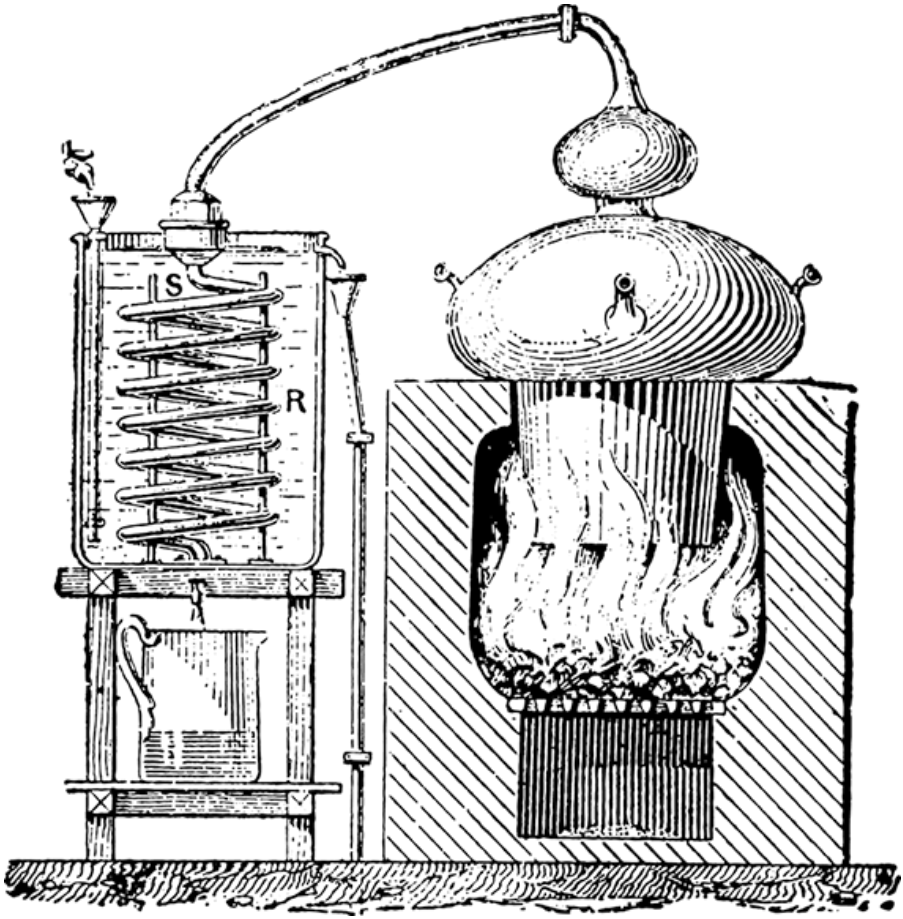
Сотни ученых вынуждены были бежать из Германии, в том числе и Габер, открывший способ использования азота воздуха для синтеза аммиака и оказавший этим колоссальные услуги Германии во время мировой войны.

Реакции экзо- и эндотермические

При взрыве водорода с кислородом образуется вода и освобождается энергия. Чтобы разложить воду на водород и кислород, надо, наоборот, затратить энергию. Реакции, сопровождающиеся выделением энергии, называются экзотермическими, реакции, требующие притока энергии извне, называются эндотермическими.

Если вещества соединяются с выделением энергии, то на разложение на них полученного соединения надо затратить такое же количество энергии, какое выделилось, когда они соединялись. И, обратно, если вещества соединяются, поглощая энергию, то при разложении они столько же ее выделяют.

Отсюда важный практический вывод: многие реакции в общежитии и технике проделываются не для получения новых видов веществ, а для использования энергии, выделяющейся при реакциях.



Печи топят, сжигая горючее, не для того, чтобы превратить входящий в его состав углерод в угольный ангидрид, а водород в пары воды, а для того, чтобы использовать тепло, возникающее вследствие этих реакций.

В гальванических элементах цинк растворяют в кислоте не для получения цинковой соли, а для использования возникающего при этой реакции электрического тока. Химические процессы в технике используют, значит, не только для производства тех или иных веществ, но и для получения света (зажигание спички, горение свечи и керосиновой лампы), тепла (сожжение топлива в печах), механической энергии (взрывы смеси газов в двигателях внутреннего горения), электричества (в гальванических элементах и аккумуляторах) и т. д.

Газ, в котором горит железо

Если бы воздух не содержал азота, а целиком состоял из кислорода, жизнь организмов развилась бы, конечно, приспособившись к дыханию чистым кислородом. Одним был бы опасен такой состав атмосферы: горючестью в ней большинства окружающих нас предметов.

Страшны и сейчас пожары в деревнях и городах с преобладанием деревянных строений, но во много раз больше была бы опасность, если бы воздух не состоял на 4/5 из азота, не поддерживающего горения. В нем тогда горели бы не только уголь и дерево, но и большинство металлов. Сгорели бы легко не одни деревянные избы и дома, но и железные мосты, и рельсы, и гигантские морские суда.

Чтобы показать примеры горючести в чистом кислороде веществ, не горящих или только тлеющих в воздухе, добудем немного этого газа.

Есть много способов выделить его в чистом виде. В технике он получается сгущением воздуха сильным давлением до 200 атмосфер и охлаждением (до –180°). При испарении такого жидкого воздуха из него раньше всего выкипает азот. Оставшийся кислород представляет собою сильно магнитную жидкость красивого синего цвета. Применяется он для автогенной сварки и резки металлов: сжигая в особых горелках водород в струе чистого кислорода, получают длинное и острое пламя, имеющее температуру в 2000°. Стальное изделие пронизывается им насквозь раньше, чем вся масса металла успеет заметно нагреться; толстые листы котельного железа режутся, как масло ножом.

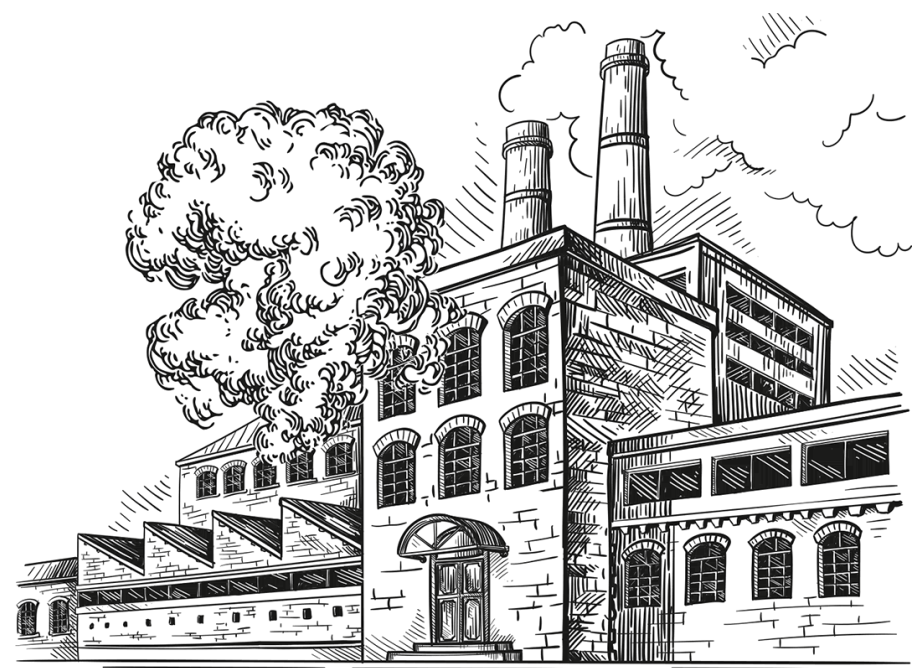
Получают кислород и иначе. Так, окись бария при нагревании присоединяет к себе кислород, обращаясь в перекись бария, а эта последняя при более сильном накаливании вновь его выделяет. В последние годы кислород из воздуха получают подобным способом, только вместо окиси бария пользуются другим, более сложным по составу веществом.

В учебниках химии обычно указывают на получение кислорода разложением окиси ртути или смеси хлорноватокалиевой соли (бертолетовой) и перекиси марганца (пиролюзита). Первый способ пригоден для получения очень незначительных количеств газа, второй не безопасен, и оба требуют сильного нагревания.

Лучше всего иллюстрировать опасность бертолетовой соли, этого невинного лекарства для полоскания горла, такой

картинкой:

«Случай выделения наибольшего количества кислорода, какое только нам известно, произошел 12 мая 1899 г. на химическом заводе в Сент-Геленсе благодаря тому, что бертолетовая соль случайно слишком нагрелась. Около 150 тонн приготовленной соли, упакованной в бочках, находились на складе в ожидании отправки. Каким-то образом искра от бочки, которую вкатывали в помещение, где кристаллизуется соль, попала в деревянную раму кристаллизационного чана. Дерево это, будучи пропитано бертолетовой солью, было в высокой степени способно к воспламенению. И действительно, вспыхнул страшный огонь, который поднялся вверх, и через несколько минут крыша здания была охвачена пламенем. Тут произошла страшная сцена: невероятный жар, накаляя ряд за рядом тесно сложенные бочки с бертолетовой солью, вызвал выделение огромного количества чистого кислородного газа, который расходился во все стороны. Все деревянные постройки, погруженные таким образом в атмосферу чистого кислорода, горели со страшной силой, так что вскоре все здание раскалилось добела, горя с ослепительным блеском, как в плавильной печи. Наконец, когда кислород не мог уже более достаточно быстро выделяться из бочонков, соль взорвалась.



И что за взрыв!.. Два громадных удара, быстро последовавших один за другим, возвестили городу о случившемся

несчастии, а клубы черного дыма, поднявшиеся в виде гигантского столба, указывали место взрыва. Весь завод разлетелся вдребезги. Здания и склады сравнялись с землей. Большие передвижные подъемные краны сгорели, как спички. Вершина соседнего газгольдера была разорвана в куски, и около 1/4 миллиона куб. футов пылающего газа взлетело в воздух. Летящие и горящие головни распространяли пожар, который представлял поразительное зрелище огромного столба пламени, со страшным ревом поднимающегося на 500–600 футов в высоту. Удар был столь страшный, что земля заколебалась, как при землетрясении. Дома были снесены, как ветром; на целые мили все стекла были разбиты вдребезги гигантской воздушной волной, тогда как весь город был объят паникой. Пассажиры поезда, который только что подошел к станции, подверглись страшному испытанию: хотя станция находилась далеко от места взрыва, вагоны подпрыгнули на месте, и все стекла были разбиты как будто кем-то нарочно и сразу.

Вероятно, около полутора миллионов куб. футов кислородного газа таким образом сразу вылилось в воздух. Эта катастрофа была простым повторением, только в огромных размерах, одного из приключений, которые происходят со всяким, начинающим практически изучать химию, именно при приготовлении кислорода нагреванием бертолетовой соли».

Не правда ли, лучше кислород добывать как-нибудь иначе, безопаснее? Да!

И я советую получить его действием марганцево-кислого калия на перекись водорода.

Добывание кислорода

То и другое легко достать в любой аптеке. Крепкий раствор перекиси водорода влейте в колбу с воронкой или двугорлую склянку, всыпьте туда же марганцево-кислого калия и собирайте выделяющийся кислород в цилиндры или бутылки, наполненные водой и опрокинутые отверстием вниз, в пневматическую ванну, — словом, так, как собирали водород. Только, вынимая из ванны сосуды с газом, ставьте их отверстием вверх, прикрывая матовой стеклянной пластинкой, потому что кислород немного тяжелее воздуха.

Горящее железо

Обернув вокруг карандаша тонкую отожженную железную проволоку, насаживают на ее конец кусочек пробки, зажигают последнюю и опускают проволоку в сосуд с кислородом. Можно прямо вколоть свободный конец проволоки в мягкую пробку и закрыть ею склянку с газом. На дне склянки надо оставить немного воды, то есть, собирая в нее выделяющийся кислород, не вытеснять им из сосуда всю воду. В этом случае окалина (продукты горения железа), получающаяся при сгорании железа, остывает в воде, а иначе дно склянки может лопнуть.

Наберите кислорода в бутыль из темно-зеленого стекла и зажгите в нем ленточку магния (через белое стекло свет будет так ярок, что может повредить глазам).

Горение железа в кислороде

Влейте в сосуд воды, хорошенько взболтайте с образовавшимся порошком окиси магния и через некоторое время попробуйте, как говорят химики, реакцию жидкости. Несмотря на ничтожную растворимость окиси магния в воде (с образованием гидрата окиси), реакция будет слабощелочная. Лакмусовая

бумажка окрасится в синеватый цвет. Это показывает, до чего чуток лакмус к кислотам и щелочам, так как одна весовая часть окиси магния растворяется только в 55 000 частей воды.

Подумайте, как же, значит, ничтожно ее количество в том объеме воды, который находится на дне вашей склянки!

Ошибка Жюля Верна

В романе Жюля Верна «Таинственный остров» есть такие строки: «Затем руда и уголь были размещены чередующимися слоями — слой руды на слое угля и т. д. Теперь, после того как уголь будет зажжен и в кучу станут нагнетать воздух мехами, в ней должны произойти следующие химические процессы: под влиянием обильного притока кислорода воздуха уголь, сгорая, превращается в углекислоту. Углекислота же, воздействуя на руду окиси железа, отнимает от нее частицу кислорода и таким образом выделяет из нее чистое железо».

Ошибся на этот раз Жюль-Верн!

Углекислота, правильнее — угольный ангидрид — предельное соединение углерода с кислородом. Оно от окиси железа отнять кислород не может. В действительности при неполном сгорании углерода образуется окись углерода, которая и отнимает от руды кислород, превращаясь в угольный ангидрид.

Выделяющееся железо не чисто, оно содержит примесь углерода.

Живые мертвецы

Гораздо легче окрасится лакмусовая бумага в синий цвет, если повторить последний опыт, заменив магний калием или натрием. Это очень легкие (легче воды) серебристо-белые в свежем разрезе, мягкие как воск металлы, которые, подобно кальцию, приходится хранить в керосине. Они также выделяют из воды водород, но эта реакция идет у них еще энергичнее, сопровождаясь таким нагреванием, что выделяющийся газ загорается, а с ним вместе начинают гореть и сами металлы. Мы не станем проделывать этот опыт и вам не порекомендуем, — он зачастую сопровождается небольшим взрывом, который опасен тем, что едкая жидкость может брызнуть в глаза и причинить непоправимое несчастье. Я сейчас хочу показать другой опыт.

Осторожно, не касаясь натрия руками, вынув его пинцетом из баночки, отделяю ножом кусочек величиной в мелкую горошину,

удаляю с него керосин пропускной бумагой, кладу металл в железную ложечку, нагревая в пламени спиртовой лампочки.

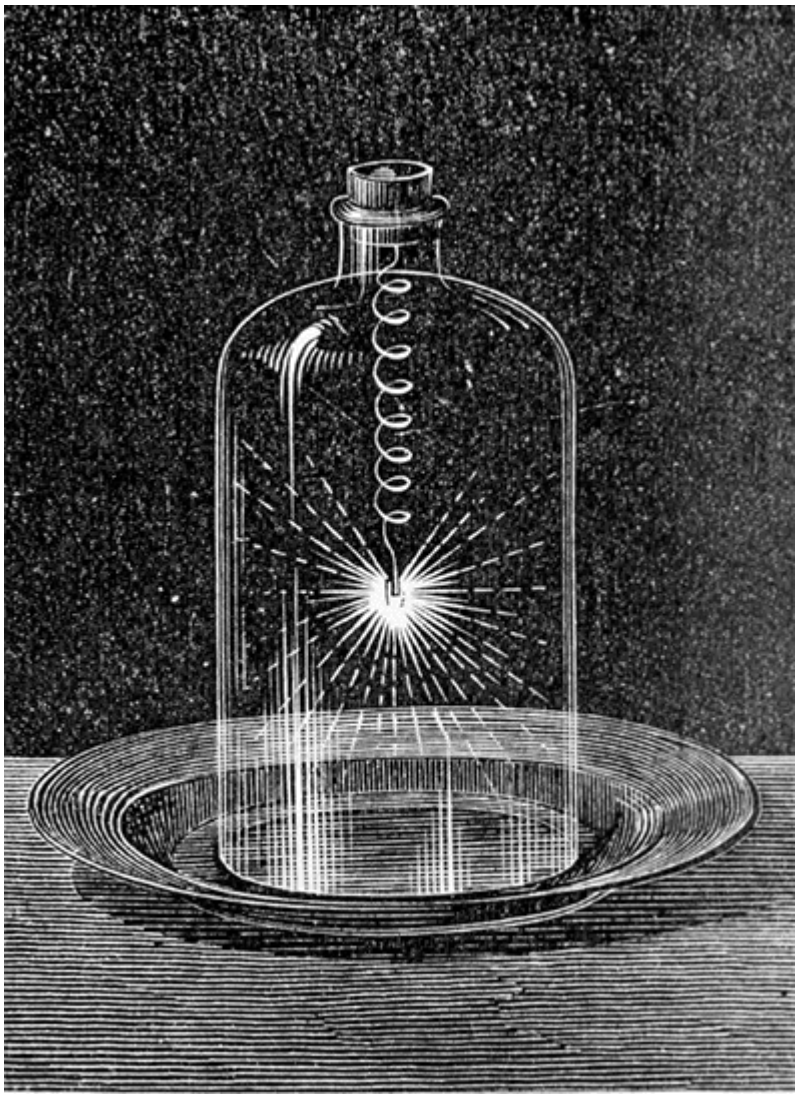
Натрий загорелся, и я опускаю его в цилиндр с кислородом. Металл горит ярким пламенем.

Взгляните на мое лицо, посмотрите друг на друга. Какие у всех нас страшные, темные лица «мертвецов».

Оглянитесь вокруг. Куда делись яркие краски обстановки? Как бедна окраска всех окружающих нас предметов!

Таково действие лучей горящего натрия.

Я обещал вам сказать, что такое основания.



Горение натрия

Начать с того, что слово это является примером многих слов, переживших свое значение. До Лавуазье, выяснившего различие между сложными и простыми веществами, в науке господствовала удивительная гипотеза флогистона, таинственного флюида (истечения), менявшего свойства тел и их тепловое равновесие. Металлы считались соединением землистых веществ, из которых они выплавляются, с флогистоном. Самые вещества эти принимались за простые тела, «основания» металлов.

В действительности это были окислы их, продукты соединения металлов с кислородом.

Когда защитникам флогистона указывали на факты, противоречащие их гипотезе, они отвечали: «тем хуже для фактов», а на замечание, что руда всегда весит больше, чем выплавляемый из нее металл, говорили: «значит, флогистон имеет отрицательный вес».

Мы называем основаниями кислородные соединения металлов, дающие с кислотами соли.

Не все металлические руды — окислы, и не все окислы металлов — основания.

Один и тот же элемент, в зависимости от степени окисления, может давать окислы и основного и кислотного характера. Так, мы еще встретимся в наших дальнейших опытах с солями железа, в которые этот элемент входит и как металл, и как металлоид.

Наиболее резко выраженными основаниями являются окислы щелочных металлов и нашатырный спирт.

Последний, как вы знаете, представляет раствор аммиака в воде, а аммиак (мы еще познакомимся с ним поближе) — это газ, состоящий из азота и водорода.

Только самые новейшие исследования над строением атомов указывают на совершенно иные определения понятий оснований и кислот, чем принятые в наших учебниках, но здесь не место о них говорить.

Кстати, о словах и понятиях. Слово «кислород» тоже не из самых удачных, так как хотя окислы металлоидов и дают, растворяясь в воде, кислоты, но кислоты, да еще такие сильные, как соляная, могут и не содержать в себе кислорода.

Любопытная деталь. Латинское название соляной кислоты —

acidum muriaticum. Хлор, в ней заключающийся, считали окислом неизвестного элемента мурия, не желая верить, что может существовать кислота, не содержащая кислорода…

Химия неба

Помните — в самом начале книги я сказал о химии, что «она научила нас познавать состав небесных тел и даже определять их возраст»?

Это было сказано не ради красного словца. Ученые, действительно, нашли способ узнавать, какие элементы входят в состав небесных тел, а по составу могут судить и об их возрасте.

Началось это с изучения света, излучаемого горящим натрием.

Раскаленное добела твердое тело дает при разложении его лучей призмой сплошной семицветный спектр. Если пропустить эти лучи через пары натрия, то спектр оказывается как бы перерезанным несколькими черными линиями. Наиболее заметная, характерная для натрия линия перерезывает желтую часть спектра как раз там, где сам горящий натрий, бросающий лучи света через спектроскоп, дал бы ярко-желтую черту.

Пламя каждого элемента дает не сплошной спектр, а прерывистый, состоящий из отдельных цветных полос.

Внимательно рассматривая спектр Солнца, растянутый в длину, нашли в нем темные линии (фраунгоферовы линии), совершенно точно совпадающие с линиями, свойственными натрию.

Что же это может означать другое, как не то, что в солнечной сфере находятся пары натрия?

В дальнейшем, сначала в спектре Солнца, а затем и других

звезд, были найдены линии, характерные для других земных элементов. Но в их спектрах имеется немало и таких линий, которые не соответствуют известным нам веществам. Часть их ученые даже окрестили заочно и по месту линий в спектре определили приблизительный характер этих внеземных элементов. Таковы: гелий, короний, небулий и другие. Прекрасным доказательством, что такое определение веществ, находящихся от нас на головокружительных расстояниях в миллиарды миллиардов километров, не простая фантазия, а величайшее достижение человеческой мысли, служит история открытия гелия. После того как он был найден спектроскопом на Солнце, его удалось найти и на Земле. Иначе сказать, когда некий новый элемент был найден в земных минералах, его спектральные линии с точностью совпали с линиями гелия. Значит, это и был гелий! Найден он и в водах некоторых источников, например, у нас на Кавказе и в Поволжье, и в количествах 0,000001-0,000002 долей объема входит в состав воздуха.

Небесные тела по их спектрам делятся на состоящие из водорода и других газов, — это наиболее молодые; затем заключающие в своем составе пары металлов, — группа более старая; и наконец, содержащие углерод, — самые старые.

Конечно, этот «возраст звезд» зависит не только от времени, протекшего со дня их образования, но и от их размеров. Чем крупнее небесное тело, тем дольше остается оно «молодым»; чем меньше его масса, тем ранее оно успевает «состариться».

Эти же наблюдения над спектрами звезд, а, следовательно, над их составом, показывают нам, что 92 (на сегодняшний момент 103) известных нам элемента не представляют соответственного количества абсолютно неизменяемых

первичных форм материи. С течением времени, измеряемого, быть может, миллионами наших земных лет, «водородные» звезды превращаются в звезды «металлические». Откуда же берутся в них эти металлы? Когда-нибудь астрономия, физика и химия совместно решат нам и эту задачу, и мы разгадаем тайну образования элементов, как уже начали разгадывать тайну их строения.

Смещение спектральных линий элементов, наблюдаемое при изучении спектров так называемых «неподвижных» звезд, к красной или фиолетовой части спектра указывает на направление их движения — к нам или от нас. Величина же этого смещения позволяет определить скорость движения звезды.

Вот к каким удивительным следствиям привел ученых простенький опыт горения натрия, который мы с вами проделали.

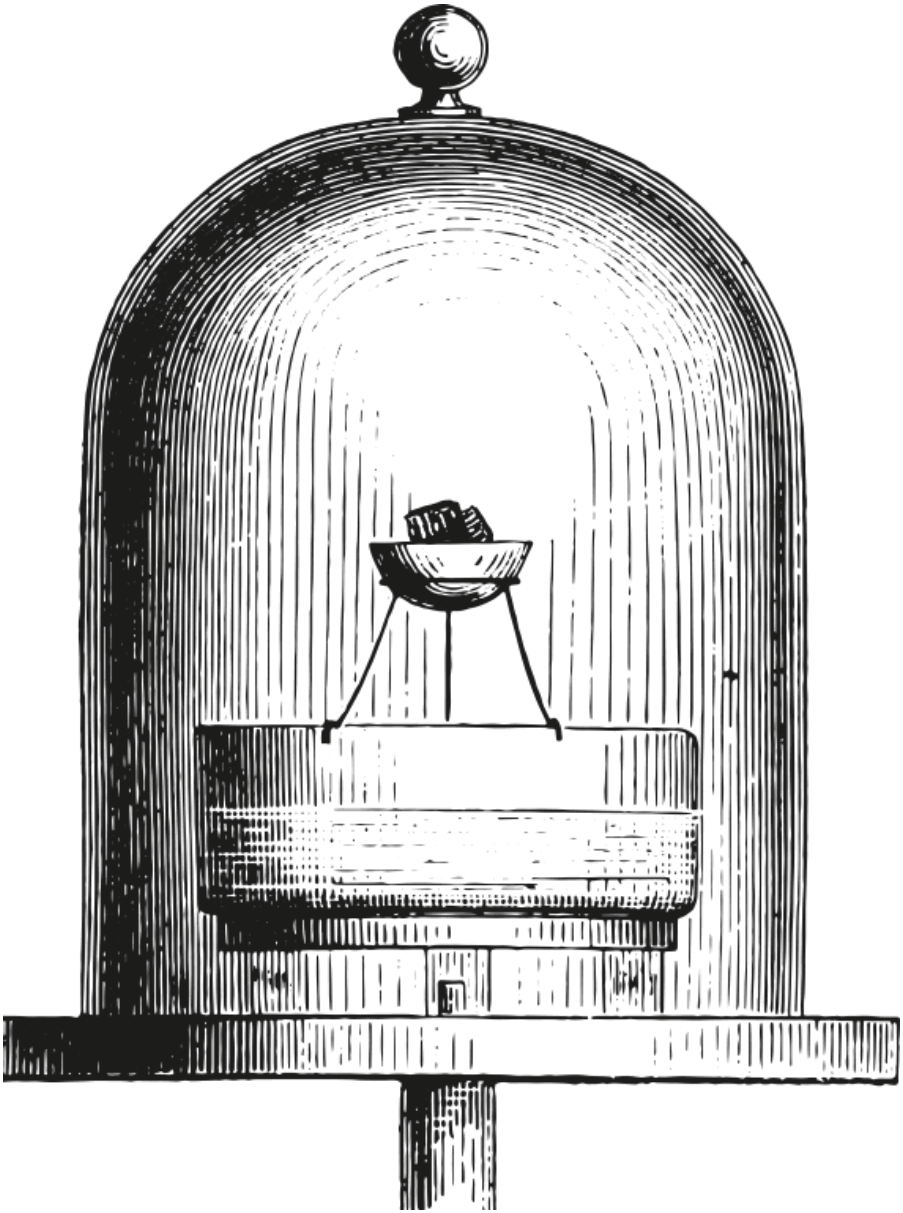
Удивительная наука химия!

Куда делся кусочек угля?

Опустим в сосуд с кислородом на железной ложечке кусочек раскаленного докрасна угля.

Он вспыхнет и сгорит без остатка ярким пламенем. Ни дыма, ни твердой окиси, как после горения металлов, в сосуде не останется. Уничтожение материи?..

Нет! Лавуазье более двухсот лет тому назад доказал, что вещество не уничтожается никакими реакциями, что меняются только его свойства.

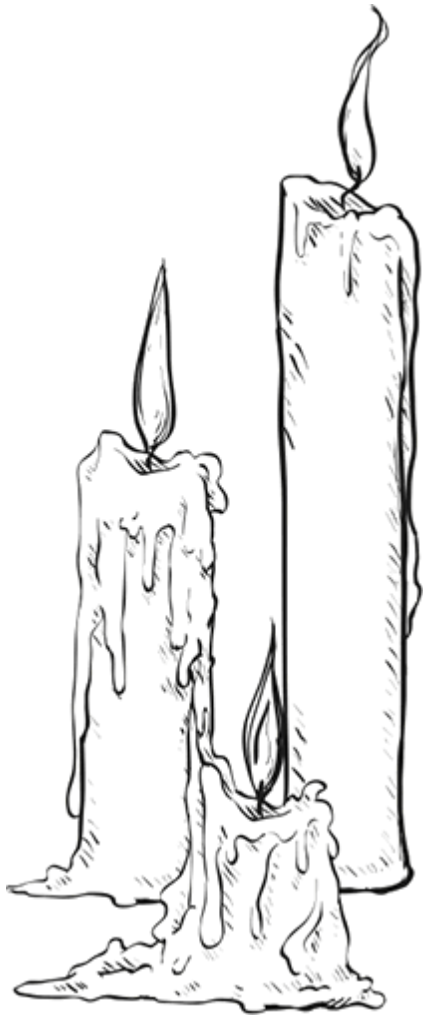


Можно проделать этот опыт, помещая герметически закрытый сосуд с кислородом на чашку весов. До и после сожжения в нем угля вес его остается тот же. Сгорая, уголь соединился с кислородом и образовал невидимый углекислый газ. Его присутствие можно обнаружить, переливая газ в сосуд с горящими огарками. По мере того как сосуд наполняется угольным ангидридом, огарки гаснут один за другим, начиная от самого маленького и кончая самым высоким.

Мы также уже знаем, что от этого газа мутнеет известковая

вода. Почему?

Потому что газ, соединяясь с известью (гидратом окиси кальция), дает нерастворимую в воде углекислую известь.



Мы видели, что такое же помутнение известковой воды происходит, если продувать через нее воздух, выдыхаемый нашими легкими. Вы представляете себе все то количество угля, которое почти 2 миллиарда людей, обитающих на Земле, ежегодно выдыхают в виде угольного газа? Вероятно — нет.

Ну, так я скажу вам, что оно равно 156 миллиардам килограммов угля, который, будучи собран воедино, образовал бы куб с ребром более чем в 440 метров!

Из почвы он выделяется почти повсеместно; от него чаще всего задыхаются рабочие, спускаясь в глубокие колодцы и

погреба. Свеча, опущенная в такое скопление газа, гаснет. Угольный ангидрид не так ядовит, как хлор или окись углерода, но все же в больших дозах парализует головной и спинной мозг.

Попутно интересное замечание: земля дышит. Дышит, как живые существа, воспринимающие кислород всей поверхностью своего тела и через нее удаляющие угольный ангидрид.

Но на ряду с процессами выделения углекислого газа в природе идет непрерывный процесс его разложения. Освещенные солнцем зеленые части растений поглощают из воздуха угольный газ и выделяют в него обратно кислород. Затем воды морей и океанов ежегодно растворяют в себе большие количества угольного ангидрида, не насыщаясь им, так как мириады живущих в глубине их вод организмов поглощают этот газ, вводя его в состав своих панцирей. Мел и известняк образовались из остатков несметного числа таких некогда живших организмов и продолжают и поныне образовываться на дне океанов.

Проходят миллионы лет, — миг в жизни земного шара, — и там, где бушевали морские волны, возникает суша и выносит на поверхность известковые отложения океанов. Прообразующие процессы сжатием и повышением температуры превращают их строение в кристаллическое. Мрамор, из которого была изваяна Венера Милосская, был некогда известковым панцирем морских фораминифер (микроскопических корненожек).

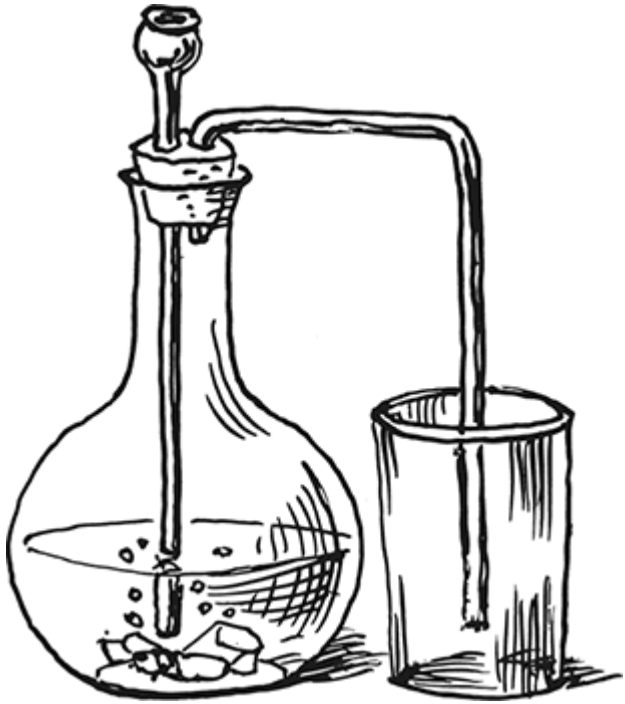
Из этих-то соединений углекислый газ, пребывавший в них

связанным со времени, предшествовавшего появлению на Земле первого человека, и будет сейчас мною выделен.

«Нечто невидимое» и опыты с ним

Один знаменитый астроном назвал гигантские хвосты комет, перед которыми весь наш земной шар кажется чуть ли не песчинкой, «видимое нечто»: так ничтожна масса этих хвостов в сравнении с их размерами.

Наоборот, все бесцветные газы могут быть названы «нечто невидимое», так как мы, хотя и не воспринимаем их зрением, но легко можем обнаружить их материальную природу.



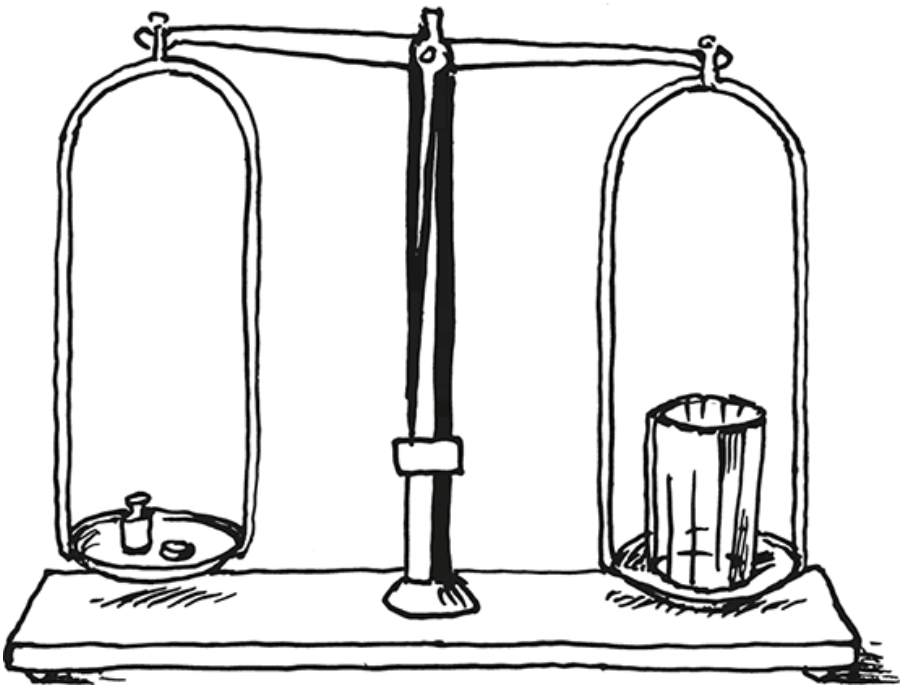
Добывание углекислого газа

Чтобы добыть одно из таких «нечто невидимых», в количестве, достаточном для опытов, я в колбу с газоотводной трубкой бросаю кусочки мела, обливаю их слабой соляной кислотой и через газоотводную трубку отвожу выделяющийся углекислый газ в открытый сосуд совершенно так же, как если бы наполнял его через трубку водою.

Углекислый газ почти в полтора раза тяжелее воздуха, в малых количествах не вызывает затруднения дыхания, а потому и допускает такое упрощенное собирание. Он вливается в сборный сосуд, как вливался в него хлор, и не беда, если и перельется через край, чего о хлоре сказать нельзя.

«Таинственный» опыт с весами

Приверженцы тайных знаний, оккультисты, утверждали, будто человек силою воли может нарушать законы тяготения, будто, помещая руку ладонью вниз над чашкой весов, он, по желанию, заставляет ее подниматься вверх и опускаться вниз. Это, конечно, чушь, а вот я действительно могу, не прикасаясь к весам и как будто ничего не добавляя на одну из чашек, заставить ее опуститься вниз.



«Таинственный» опыт с весами

Только тут нет никакого «волшебства». Просто я взвешиваю «нечто», хотя и невидимое, но вполне материальное и, следовательно, как и всякая материя, имеющее вес. Перед нами простые, но довольно чувствительные весы (их можно заменить весами для писем) и пустой стакан, поставленный на одной чашке и уравновешенный гирями на другой. «Налив» в другой стакан угольного ангидрида из прибора, в котором он у меня получается, переливаю газ в стакан, подвешенный на весах. Коромысло весов склоняется, стакан опускается вниз, продолжая, по-видимому, оставаться пустым. Он, конечно, не пуст, да и раньше не был пустым. Сначала он был полон воздухом, а теперь

наполнился угольным ангидридом. Последний более тяжел, оттого и нарушилось равновесие весов.

Природа — архитектор

Мы видели, что углекислая известь растворяется в кислотах. Добавляю, что даже в такой слабой, как угольная.

Опускаю газоотводную трубку от аппарата, в котором получается углекислый газ, в сосуд с известковой водой, — раствор мутнеет. Продолжаю дальше и дальше пропускать через него газ. Смотрите. Постепенно муть исчезает, и вот жидкость снова стала прозрачной.

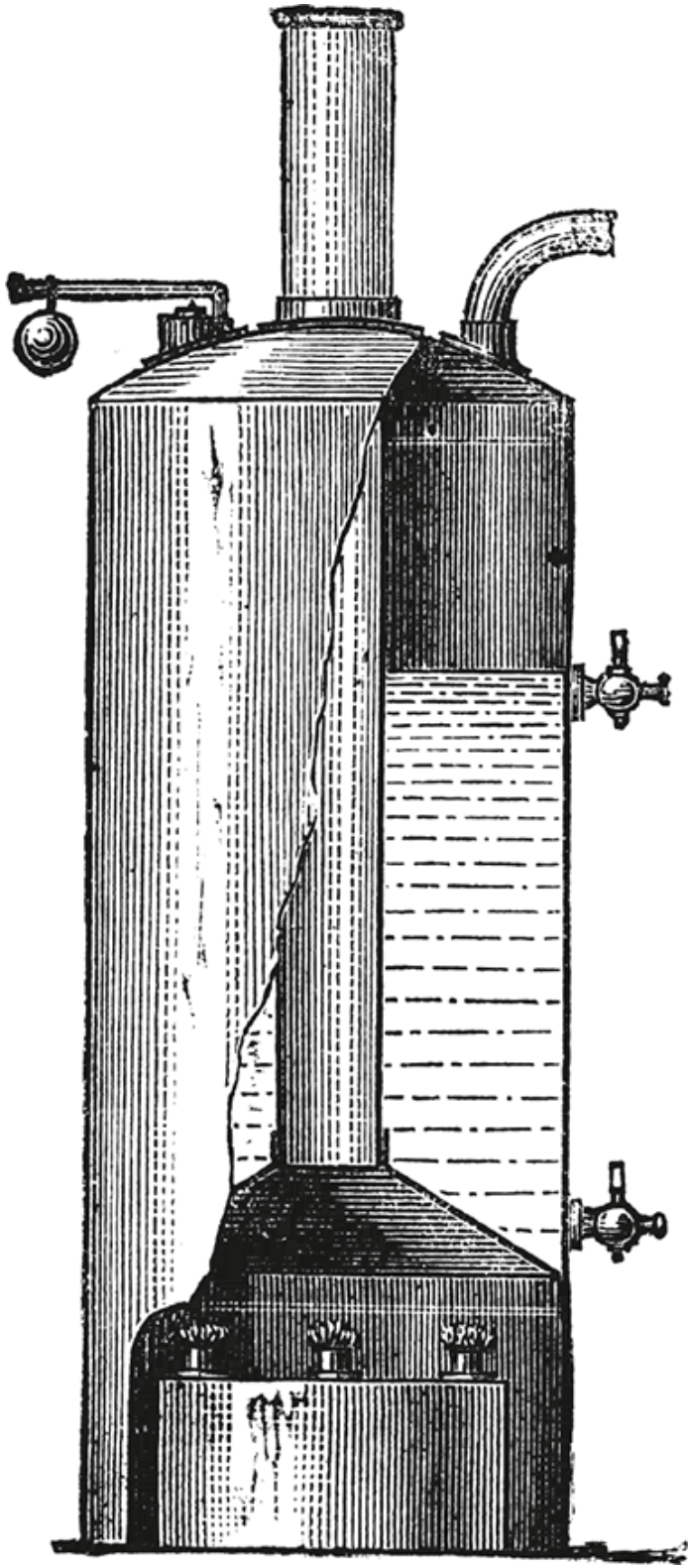
Угольный ангидрид сначала связал всю растворенную известь в нерастворимую углекислую, а эта последняя с избытком угольного газа образовала двууглекислую известь, вновь перешедшую в раствор. Переливаю этот раствор в колбочку и нагреваю. Замечаете выделение пузырьков газа и вторичное помутнение жидкости?

Производя этот любопытный опыт, мы в малом масштабе воспроизвели одно из великих явлений природы. Воды подземных источников, насыщенные углекислотою, проходя по известковым породам, выщелачивают их и несут в растворе двууглекислую известь. Выходя на поверхность или просачиваясь в пещеры, они теряют углекислоту, выделяя углекислую известь в виде пористого туфа или натеков причудливых форм, строя подземные дворцы и пещеры.

Не менее важен этот процесс и для техники.

Всем нам знакома накипь внутри самоваров и чайников, образуемая жесткой, то есть содержащей в растворе известковые соли, водой. Такая же накипь образуется в паровых котлах. Так как ее теплопроводность значительно меньше, чем металлических стенок котла, то и расход топлива в котле, имеющем накипь, больше, чем в чистом. Но такое загрязнение котла не только снижает полезную работу котла и машин, — оно крайне опасно. Нагревшись, накипь дает трещины; вода, коснувшись раскаленных стенок котла, мгновенно обращается в пар высокого давления и разрывает котел на части.

Взрыв паровых котлов — явление, увы, далеко не редкое и часто влечет за собою немало человеческих жертв.



Величайшим из взрывов, известных в истории техники, был одновременный взрыв двадцати двух соединенных между собою паровых котлов в ночь на 25 июля 1887 г.

Мне случайно пришлось видеть последствия этого взрыва. Он произошел в Фриденсхютте, в Силезии.

Сила взрыва была ужасна. Достаточно сказать, что камни котельного помещения, куски котлов и части трупов погибших при взрыве людей были разбросаны по радиусу около полутора километров…

Одним из способов для устранения накипи является предварительная очистка и подогревание воды, питающей паровой котел, и другие меры. К сожалению, они устраняют не все «накипеобразователи». Универсального средства для предупреждения образования накипи мы пока не имеем.

Плавающие пузыри

Наполните какую-нибудь миску или невысокий и широкий стеклянный сосуд до половины углекислым газом и займитесь выдуванием мыльных пузырей. Стряхивайте их осторожно с соломинки на поверхность тяжелого газа. Они будут им поддерживаться, не опускаясь на дно сосуда. Для постороннего зрителя, не знающего, в чем дело, такое висение мыльного пузыря в «воздухе» кажется совершенно непонятным. Еще менее понятным кажется тот факт, что пузырь, сброшенный вами с большой высоты в миску, упав в нее, подпрыгнет вверх. Вы-то, впрочем, знаете, в чем дело: это он отталкивается от поверхности углекислого газа, как мяч отталкивается вверх, упав на пол. Однако, быть может, и вас, а тем более ваших товарищей, смотрящих на ваши опыты, изумит постепенное увеличение пузыря, висящего в сосуде. Если пузырь «долговечен» и в течение двух-трех минут не лопнет, то он раздуется и погрузится на дно сосуда. Происходит это от проникновения (диффузии) сквозь его оболочку угольного газа. Газ увеличивает объем мыльного пузыря, но одновременно делает шар более тяжёлым.

Отчего стреляет пушка

В толстостенную бутылку до половины наливаю тепловатой воды. Отдельно заворачиваю в пропускную бумагу столовую ложку двууглекислой соды и столько же виннокаменной кислоты. Бросаю пакетики в бутылку и быстро закупориваю ее заранее подобранной плотно входящей в ее горло пробкой. Встряхиваю бутылку.

Бах! Пробка летит в потолок, пенящаяся жидкость вылетает из горла бутылки.

Опыт, как видите, весьма несложен, а выводов из него можно сделать на целую страницу.

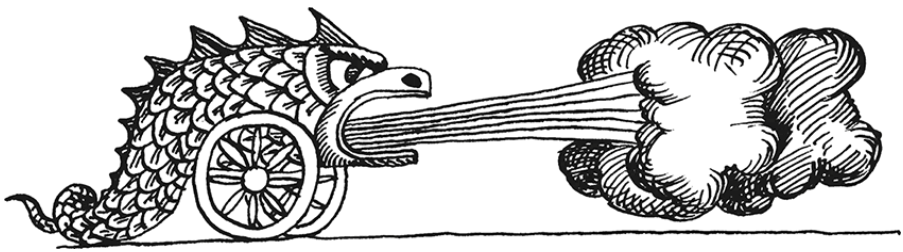
Во-первых, двууглекислая сода отличается от обыкновенной (углекислого натрия) большим содержанием угольного ангидрида. Такие соли носят название кислых.

Во-вторых, вытесняемая из соли виннокаменной кислотой углекислота не растворяется в теплой воде, а бурно выделяется и выбивает пробку. Именно поэтому «убегают» квас и другие шипучие напитки, если их откупоривают недостаточно холодными, рвут пробку в потолок, а иногда, в теплом месте, разрывает и самые бутылки.

В-третьих, угольный ангидрид активизирует деятельность органов пищеварения, почему и пьют естественные «минеральные» воды, богатые угольным газом, и готовят

искусственные шипучие напитки. В последних угольный газ либо развивается в результате естественного химического процесса — брожения, как это имеет место в квасе, пиве и вине; либо выделяется, как в нашем случае, при взаимодействии двууглекислого натрия с виннокаменной или лимонной кислотами, безвредными для здоровья; либо, наконец, вводится в них извне под давлением.

А в-четвертых, пробка вылетает из бутылки потому, что из твердых соединений, занимавших небольшой объем, сразу выделилось большое количество газа.



При взрыве пороха это внезапное увеличение объема при переходе из твердого состояния в газообразное происходит еще быстрее и еще значительнее. Оттого-то пороховые газы, стремясь расшириться, и выталкивают тяжелый артиллерийский снаряд с такой начальной скоростью, что он летит на десятки верст.

Очистить яйцо, не разбив скорлупы

У французов есть поговорка: «Нельзя приготовить яичницу, не разбив яиц». Химику, услышав эту пословицу, остается только пожать плечами. Нет ничего легче и проще, как очистить яйцо, не разбивая его скорлупы.

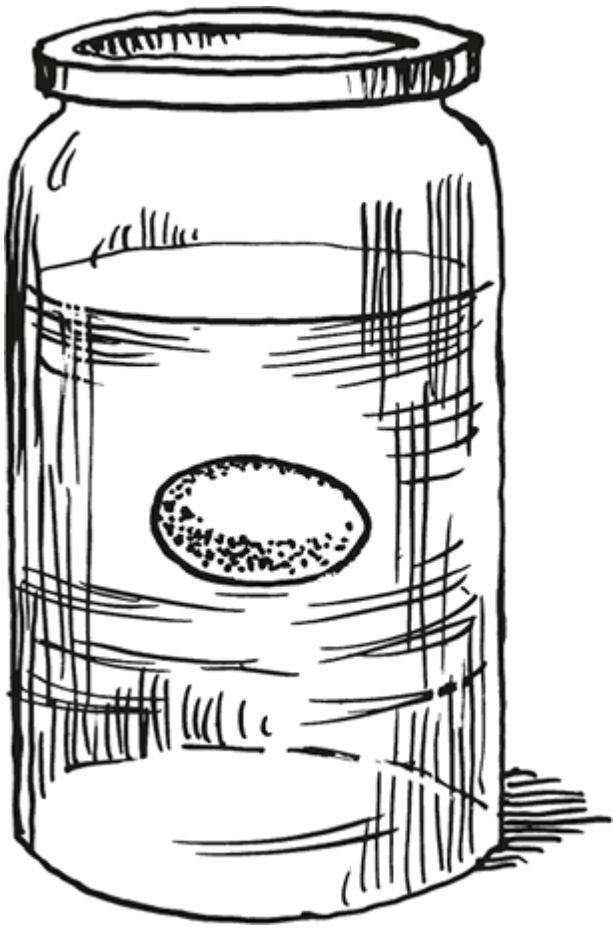
Хотел бы думать, что вы уже догадались, как это сделать, если знаете, что твердая оболочка яйца — тоже углекислая известь, как мел и мрамор.

Стоит только опустить яйцо в слабый раствор соляной кислоты. Конечно, после растворения скорлупы — есть яйцо без хорошего промывания нельзя.

При этом вы попутно сможете показать желающим еще такой фокус.

Ныряющее яйцо

Удельный вес сырого яйца немногим больше удельного веса слабой соляной кислоты. Опустившись на дно сосуда, яйцо покрывается пузырьками угольного ангидрида и всплывает на поверхность. На поверхности жидкости пузырьки газа оторвутся от скорлупы яйца и улетят в воздух, а яйцо вновь опустится.



Ныряющее яйцо

Такое ныряние и всплывание яйца будет происходить до тех пор, пока вся скорлупа не растворится.

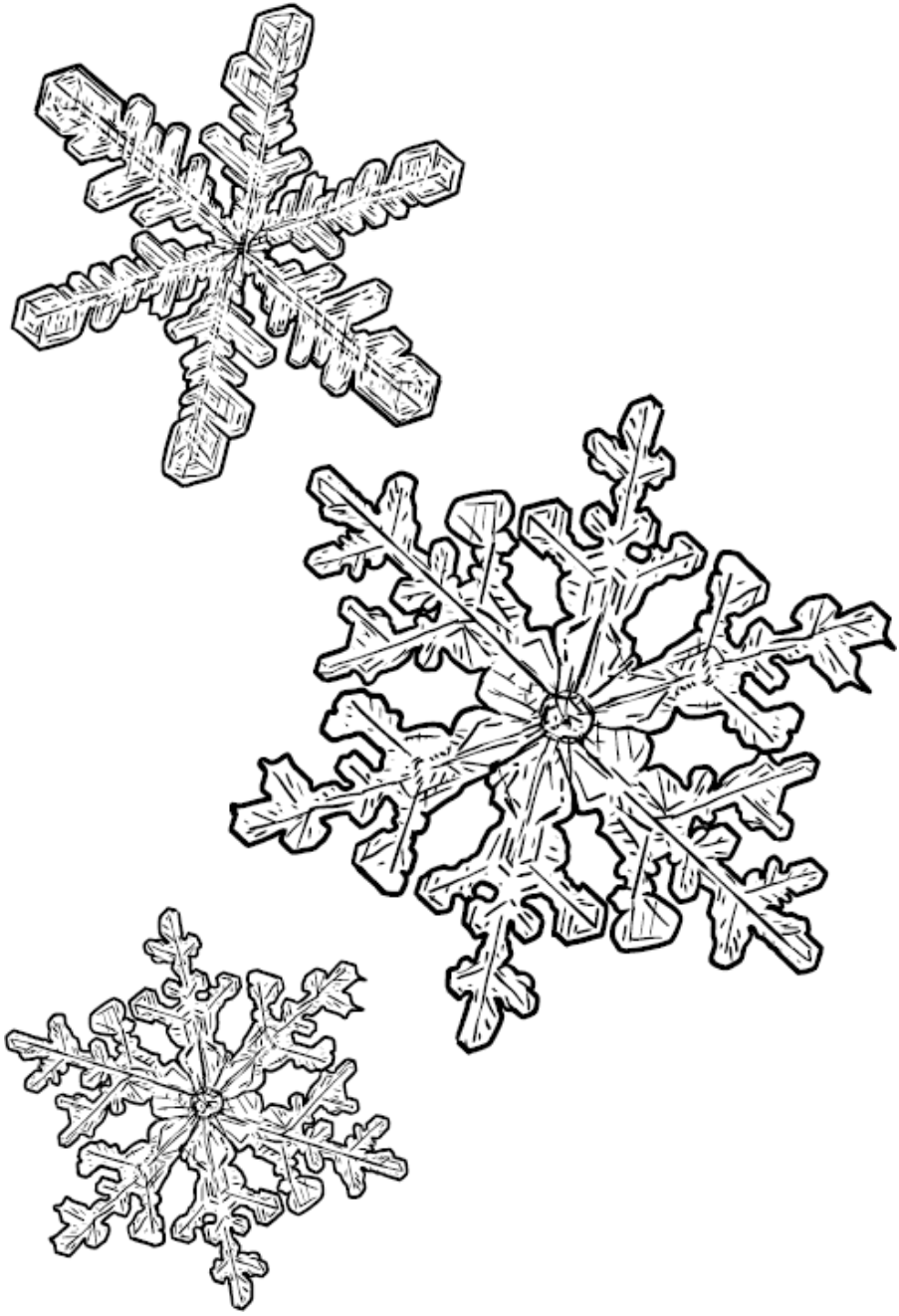
Можете теперь вынуть яйцо, сполоснуть его водой и выпустить на сковородку, но можете проделать с ним еще один из следующих двух опытов.

Растущее яйцо

Тоненькая пленка, облегающая яйцо, останется неразрушенной действием кислоты, растворившей скорлупу. Эта пленка пропускает кристаллические вещества (кристаллоиды) и задерживает так называемые коллоиды, к каковым относится яичный белок, не способный кристаллизоваться. Явление это называется диализом и используется в технике для отделения от коллоидных растворов нужных веществ.

Поэтому яйцо, положенное в чистую, несколько раз в сутки сменяемую воду, вскоре освобождается от следов соляной кислоты, проникшей через оболочку, и начинает впитывать в себя воду, не давая в то же время своему содержимому проникать наружу.

«Но позвольте, — спросите вы, — да разве вода — кристаллоид?»



Вспомните красивые кристаллы льда на наших окнах в зимнее время, рассмотрите внимательно иглы инея, покрывающего ветви деревьев зимою, и, наконец, вглядитесь в правильную форму мелких снежинок. Если вы задали такой вопрос, — вам станет неловко.

Через трое суток лежания в воде яйцо, освобожденное от

скорлупы, заметно увеличится в объеме. Вот способ делать крупные яйца из мелких.

Яйцо в графине

Но если вам покажется скучным трое суток ждать результатов предшествующего опыта, сделайте вместо него с тем же яйцом другой опыт.

Предложите кому-либо ввести в бутылку с широким горлом или в графин яйцо.

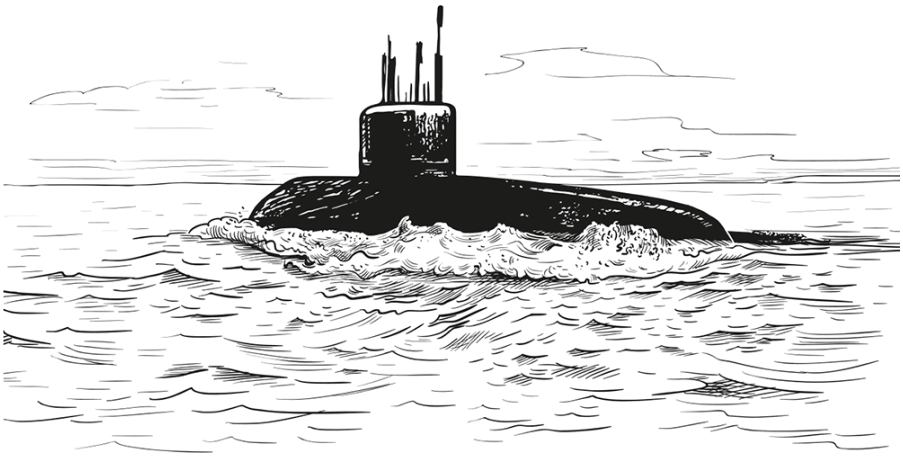
Задача эта старая, и решалась она всегда чисто физическим путем. Вкрутую сваренное яйцо, освобожденное от скорлупы, советуют положить острым концом в горло графина, из которого часть воздуха предварительно удалена нагреванием. Для этого достаточно сжечь в графине кусок бумаги. Воздух при этом расширяется, и часть его выходит наружу. Яйцо по мере охлаждения графина вталкивается внутрь последнего давлением наружного воздуха. В момент, когда оно падает на дно графина, слышится звук как бы выстрела. Это вслед за яйцом врывается в графин наружный воздух.

Еще эффектнее провести весь опыт чисто химическим путем. Ничего жечь внутри графина (с риском, что он еще, чего доброго, лопнет) не надо, а надо его наполнить угольным ангидридом и, держа в одной руке яйцо, другой быстро вылить в графин из пробирки крепкий раствор едкого кали (беречься брызг!) и в тот же момент закупорить отверстие графина яйцом.

Едкий кали поглощает угольный ангидрид, превращаясь в углекислый калий (поташ), так что в графине образуется разреженное пространство, и яйцо «всасывается» в графин.

Яйцо, вталкиваемое в сосуд атмосферным давлением

Опасные газы



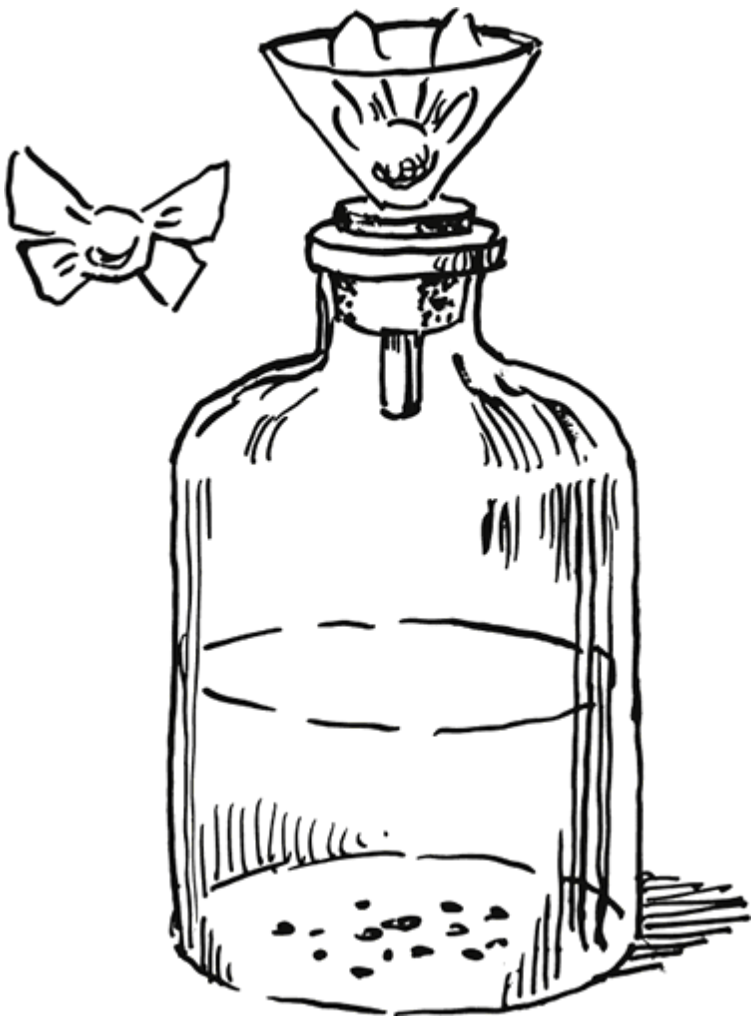
На современных подводных судах, в кабинах стратостатов воздух непрерывно очищается от избытка выделенного дыханием экипажа угольного ангидрида раствором едкого калия, который можно заменить и едким натром.

Тарелки с налитым в них раствором щелочи быстро поглотят вредный избыток угольного газа и облегчат дыхание больного.

Кстати, вот что говорит об угольном ангидриде, выдыхаемом нашими легкими, один английский врач. Обыкновенной мерой испорченности данного образца воздуха считается количество содержащейся в нем углекислоты, хотя надо заметить, что этот газ, полученный в химически чистом виде, может быть вдыхаем в больших количествах, не причиняя вредных последствий. Эти вредные последствия не наступают, пока количество углекислоты не превосходит 5 частей на 100. Если же, наоборот, углекислота получается путем дыхания, то результат оказывается иным, так как в данном случае в углекислоте содержатся органические примеси весьма вредного свойства. Так, эффект, получаемый при вдыхании воздуха, содержащего 1½ части выдохнутой углекислоты на 1000, совершенно таков же, как при вдыхании воздуха, вдесятеро более богатого угольным ангидридом, но только полученного химическим путем.

Химические мотыльки

Чтобы воспроизвести этот опыт, возьмите бутыль с широким горлом, заткнутым пробкой, с пропущенной через нее воронкой с широким носиком. Если такой стеклянной воронки не найдете в продаже, склейте ее из тонкого картона. В бутылке получаете углекислый газ действием соляной кислоты на двууглекислую соду. Бросьте в воронку легонький шарик, плотно закрывающий ее отверстие. Я брал для этого маленький пустотелый шарик из целлулоида (огнеопасен), но лучше, если сможете сделать его из сердцевины бузины или подсолнуха. Вырезав грубо что-то близкое по форме к шарику, его окатывают между ладонями, пока форма не приблизится к вполне шарообразной.



Химические мотыльки

Для красоты к шарику приклейте вырезанные из тонкой папиросной бумаги крылышки бабочки, приподняв их кверху. Советую, предварительно смочив бумагу синей лакмусовой настойкой, вырезать из нее крылышки после того, как она просохнет.

Как только угольного ангидрида соберется достаточно, чтобы преодолеть вес шарика, он вырывается из бутылки (особенно при взбалтывании последней), подбрасывая «химическую бабочку» вверх. Взлетев на небольшую высоту, она снова опускается вниз, опять закрывая воронку. Взлет и опускание продолжаются, пока не выделится весь углекислый газ. Крылышки голубого мотылька при этом розовеют.

По совести говоря, без приклеенных крылышек шарики работают лучше, и их можно бросить в воронку тогда сразу несколько (два-три). Крылышки же не только меняют свой цвет на розовый, но и намокают, мешая плотному соприкосновению шарика со стеклом воронки, но зато опыт с бабочками красивее.

Итак, проделывая опыт, в случае неудачи оборвите у ваших «бабочек» крылья и довольствуйтесь «химической пляской» бузинных шариков.

Вредные газы, приносящие пользу

Некий профессор орнитологии разделял всех птиц на «полезных», «полезно-вредных», «вредно-полезных» и «просто вредных».

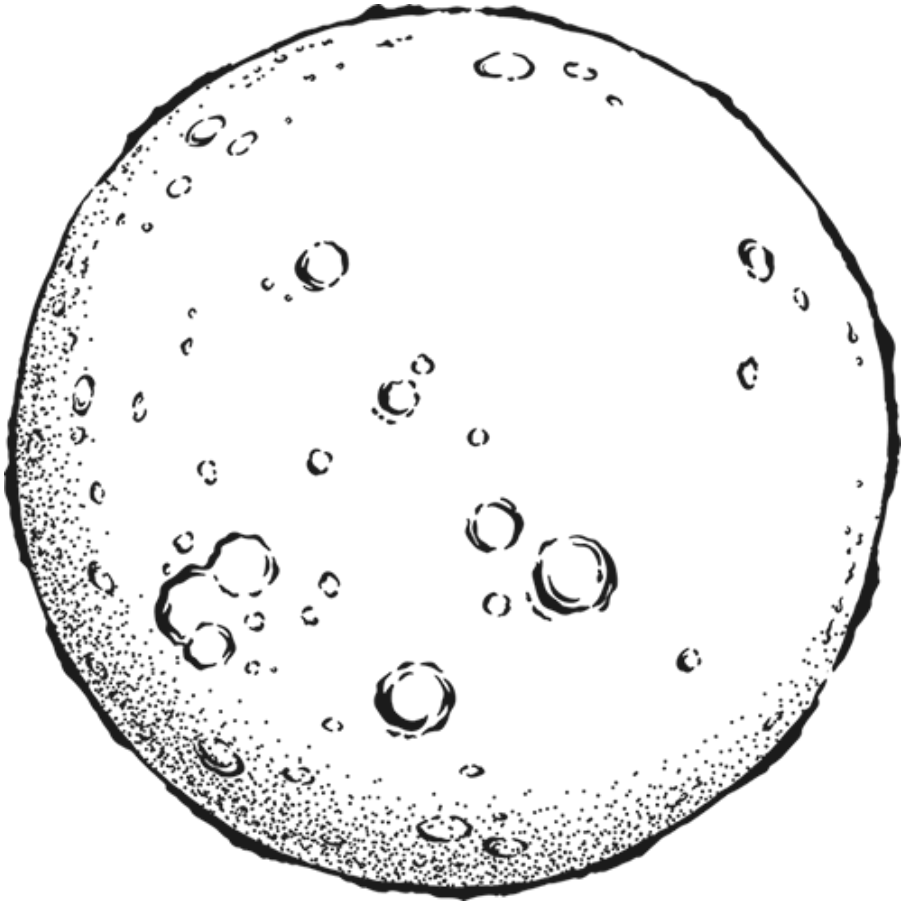
Такую более чем «оригинальную» классификацию никак нельзя применить к газам, так как все они без исключения, смотря по применению, могут быть и полезны и вредны. Мы видели, как ядовит хлор, но знаем, с какой пользой его можно применять.

Газы, о которых у нас пойдет речь, и с которыми мы проделаем ряд интересных опытов, конечно, все могут приносить — и подчас приносят — вред, но люди научились извлекать из них и пользу.

Это будут газы, образуемые серой в ее соединениях с кислородом (сернистый газ) и водородом (сероводород), и уже отчасти знакомый нам аммиак.

Дар вулканов

«Прелесть! Так бы и стоял и смотрел без устали хоть целую неделю, не отрывая глаз. Этот кратер кажется лугом из тощей травы и шелковистого мха, густо покрытых блестящей пылью, с просвечивающей бледной зеленью, которая то постепенно переходит в самые темные цвета апельсиновых листьев и даже в коричневый цвет, то вновь светлеет, переходя в оранжевый и светло-золотистый; и, наконец, все эти переливы завершаются нежно-красным цветом только что распустившейся розы. В одном месте виднеется яма, в другом выступы наподобие ледяных сосулек; в некоторых из них стенки покрыты узорчатой сетью из серых кристаллов. Самые стены провала блестят желтой оторочкой из серы».



Так пишет наш старый любимец, шутник Марк Твэн, но на этот раз пишет совершенно серьезно. Это — описание красоты кратера Везувия, одной из природных «химических лабораторий», изготовляющих серу.

Вероятно, на Луне, с ее некогда развитой вулканической деятельностью, этот элемент находится в изобилии.

Спрос на серу со стороны техники очень велик.

Вы, быть может, и не подозреваете всей важности этого элемента для народного хозяйства.

Ну, на что сера может идти? Она входит в состав пороха, ее порошком обсыпают «заболевшие» виноградники, при ее посредстве мягкий каучук вулканизируют в твердый эбонит, прекрасный изолятор электричества.

Но это далеко не все. Вы забыли самое главное: из серы делают серную кислоту.

Не думайте, что последняя нужна только для наполнения стаканчиков, помещаемых на зиму между оконными рамами. Легче перечислить химические производства, обходящиеся без

этой страшной жидкости, чем составить полный список ее применений!

Серная кислота нужна для получения азотной, соляной, уксусной и других кислот, соды, стекла, целлулозы, йода, суперфосфатных удобрений, сернокислого аммония, квасцов, фосфора, медного, железного и других купоросов, нитей для электрических ламп, алюминия, эфира, керосина, бензина, минеральных масел, парафина, глицерина, стеарина, динамита, целлулоида, патоки, бумаги, искусственных красок, лекарств и сотен других веществ, без которых немыслима современная наука, техника, жизнь.

Умышленно я не внес в этот список спичек, чтобы вы не подумали, что речь идет о зловонных «серничках», теперь совершенно вышедших из употребления, а во времена моей юности бывших чуть ли не самым распространенным источником быстрого получения огня.

Нет, не они, а современные «шведские» спички требуют серной кислоты для получения веществ, входящих в состав их головок и зажигательной массы бумажек, наклеенных на коробках.

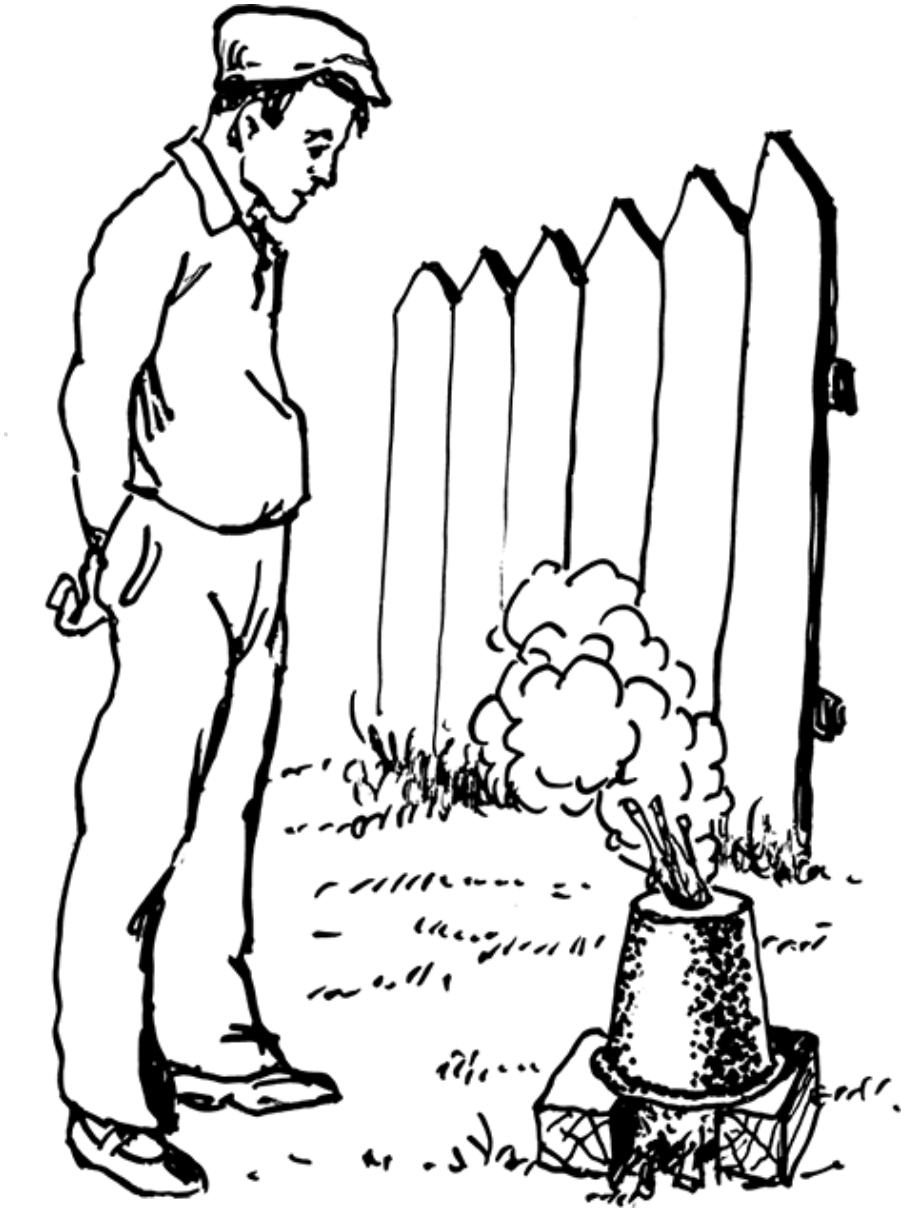
Для получения же серной кислоты нужен сернистый газ — продукт горения серы, а следовательно, и сама она. Потому-то этот дар вулканов и важен для человечества, потому-то и старается оно пополнить его недостаток, выжигая серу из колчедана (сернистого железа).

Опыты с сернистым газом

Опыты эти надо производить очень осторожно и внимательно.

Запах горящей серы отвратителен и удушлив. На свежем воздухе мы, не рискуя здоровьем, можем ознакомиться с ним, если кому-либо он еще неизвестен. Сожжем для этого немного серы, положив ее хотя бы на кирпич. Удобнее взять серу в порошке (серный цвет).

Зажегши кучку такого порошка, прикроем ее цветочным горшком, поместив в нем несколько разных цветов, стебельки которых укрепляем в отверстии горшечного дна. Цветы предварительно увлажняем водой.



Обесцвечивание цветов

Даже на расстоянии вы ощущаете запах сернистого газа, и у вас першит в горле. Подумайте, каково приходится рабочим, занятым выплавкой серы! А в Сицилии этим занимались подростки, чуть ли не дети, и топливом, за отсутствием лесов на острове, служит сама же сера. Эта работа — сущий ад!..

Но вот наша сера сгорела. Поднимаю горшок и вынимаю из него цветы. Желтые и белые, как можете видеть, не изменили своей окраски, остальные сильно побледнели, а некоторые и

совсем обесцветились. Фиалки, например, стали снежно-белыми. Таких в природе и не бывает!

Оставьте цветы лежать на воздухе. Постепенно их первоначальная окраска вернется.

Сернистым газом, значит, можно белить, но он много дороже хлора и в технике применяется только для беления дорогих шелковых и шерстяных изделий, соломы для шляп и кожи для обуви. Он не разрушает, подобно хлору, отбеливаемые вещества.

Сжигаю еще кусочек серы в стеклянном цилиндре, положив его в железную ложечку и налив на дно цилиндра немного воды.

Взбалтываю ее и примешиваю синей лакмусовой настойки. Жидкость краснеет.

Сернистый газ, растворяясь в воде, соединяется с частью ее в непрочную и слабую сернистую кислоту. Сернистую, а не серную. Последнюю приготовить труднее. Сера, как и многие другие элементы, дает с кислородом два соединения: газообразный сернистый ангидрид и твердый — серный. Оба соединяются с водою, давая соответственные кислоты.

Раньше для получения столь нужной в технике серной кислоты сернистый газ окисляли в серный ангидрид в обширных свинцовых камерах, вводя его туда вместе с водным паром и окислами азота. Газ отнимал от последних кислород и с водой давал серную кислоту, а окислы азота, отдававшие свой кислород, сами собой окислялись снова, беря кислород из воздуха. Сернистый газ «не умеет» этого делать. Кислота получалась слабая, ее надо было сгущать выпариванием — операция дорогая и опасная. Теперь сернистый газ направляют на губчатую платину, обладающую способностью сгущать в себе кислород и отдавать его сернистому газу, а потом опять поглощать его из воздуха. Воды берется как раз столько, чтобы получить кислоту нужной концентрации.

Гашение огня горящей серой

Химия — парадоксальная наука! Она учит нас, что пожары не всегда следует гасить водой, так как вода подчас только усиливает бушующую огненную стихию. Мало того: химия научила пожарных гасить огонь… серой.

— Как, серой? Ведь она сама так хорошо горит!

Вот именно! Потому-то она и применима для гашения пожаров, что развивает при горении тяжелый, не поддерживающий горения газ.

Когда, как говорят, «выкинет из трубы», когда загорится сажа, наполнившая давно нечищенные дымоходы, то, конечно, можно влезть на крышу и лить воду в печную трубу.

Огонь при этом погаснет, но грязная вода через печное отверстие зальет квартиру, а это удовольствие не из самых приятных.

Другое дело, если в этом случае вместо гашения водой начать жечь в печи серу. Тяжелый сернистый газ наполнит дымоходы и прекратит доступ в них воздуха, так что огонь сам собою погаснет.

Средство далеко не всем известное, но, безусловно, верное.

Зеленый лев

— Не бывает зеленых львов, львы желтые! — скажете вы. Совершенно верно. Мой лев тоже, как видите, желтый, но он сейчас позеленеет… от страха перед удушливым газом.

Я вырезал моего льва из куска картона и выкрасил раствором хромово-кислого калия, подкисленным соляной кислотой.

Зажигаю на тарелке кучку серного цвета, увлажняю слегка своего льва водою, взбрызнув его для «бодрости» из пульверизатора, сажаю на тарелку и прикрываю колпаком; можно взять, как я указал раньше, большую закупоренную бутылку с отрезанным дном. Лев «не выносит» удушливого запаха горящей серы и вскоре становится совершенно зеленым.

Что же происходит при этом? А вот что: сернистый ангидрид восстанавливает желтую хромовую соль в зеленую окись хрома.

Белый снегирь

О белом вороне каждый из вас слышал, хотя, кажется, никто такого ворона не видел, а вот о белом снегире, полагаю, вам и слышать не приходилось. Хотите, покажу его?

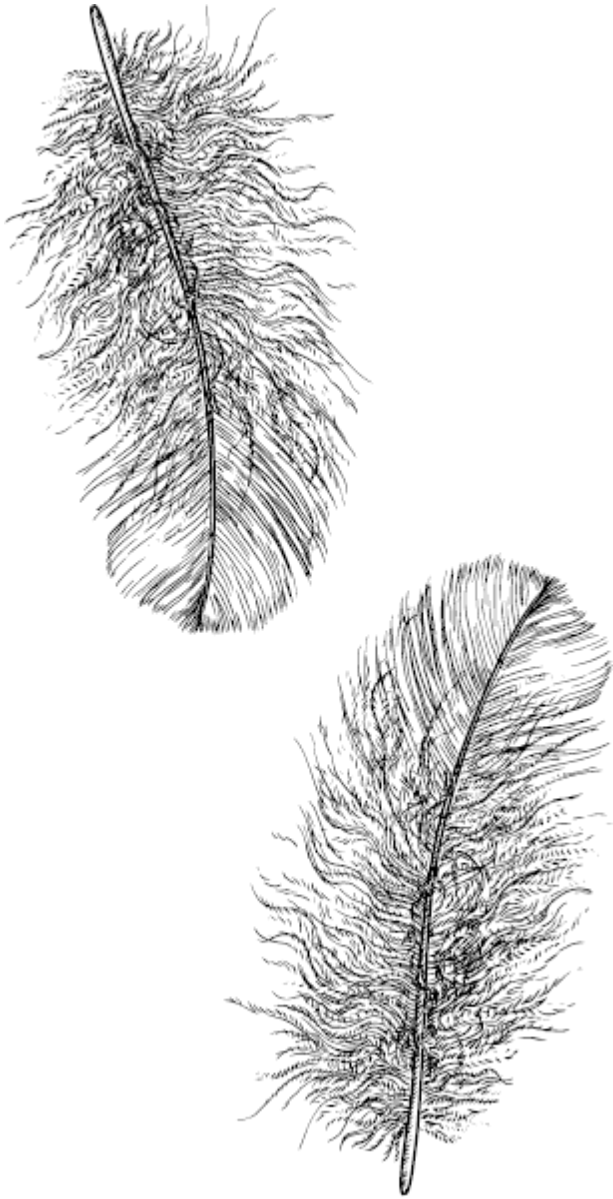
Вот чучело этой перелетной птички с ее ярко-розовой грудью (наряд самцов; снегириха одевается скромнее: вся в сером). Несколько лет она была моим другом и утешала меня своими «песнями», имитирующими скрип несмазанной двери, пока не погибла жертвой общительности своего характера и желания вести дружбу с одним веселым котенком. После того как это «знакомство» состоялось, мне осталось только… набить из моего маленького друга чучело. Оно сейчас послужит нам для доказательства, что снегири могут и цветом оправдать свое название (только не живые, конечно).

Ставлю его под колпак, где был лев, и повторяю опыт.

Совершенно белым он не стал, но его яркая грудь, как видите, побелела.

В практике этим способом обесцвечивают птичьи перья перед окраской их в самые неестественные цвета для украшения дамских шляп.

А обесцвеченные перья промывают в спирте.



Газ тухлых яиц

Если вам случалось разбить тухлое яйцо, то вы знаете запах сероводорода, так как от его-то присутствия в гниющих белковых веществах и зависит зловоние испортившегося яйца.

Газ этот не только омерзительно пахнет, но он крайне ядовит. Он иногда скопляется в сточных трубах и тому подобных местах гниения органических отбросов.

Химикам, работающим в лабораториях часами в атмосфере со следами этого газа, приходится отделываться только головной болью, иногда рвотой. Но лаборанты всегда предупреждают впервые приступающих к работе с газом, что, как только они перестанут ощущать его зловоние, значит дело плохо — надо немедленно бежать на свежий воздух.

Говорят — «клин клином вышибай». Действительно, противоядиями против большинства газов служат вещества, сами по себе ядовитые. Не всегда два яда усиливают действие друг друга (хотя бывает и это), — иногда они взаимно нейтрализуют свое вредное действие. Так, противоядием при отравлении сероводородом служит наш старый знакомый — ядовитый хлор.

Нюхайте хлорную известь, если вдохнули сероводород.

Заметим, что в химических лабораториях нельзя обойтись без этого газа. Чистый сероводород и сернистый аммоний — важнейшие указатели состава веществ.

Я беру на кончик ножа щепотку черного порошка сернистого железа, всыпаю его в пробирку и, прилив несколько капель соляной кислоты, поскорее передаю пробирку вам. Понюхайте, не поднося слишком близко к носу!

Не правда ли, пахнет вовсе не розами?

Ядовитый сам по себе, сероводород, сгорая, развивает тоже не безвредный сернистый газ. Горит он, — а в смеси с воздухом взрывает, — почти так же хорошо, как водород. Рабочие перед спуском в колодцы и т. п. места иногда предварительно опускают туда зажженную свечу, чтобы испытать, можно ли там свободно дышать.

Катастрофический случай массового отравления сероводородом произошел в 1896 г. в Англии при постройке маяка на дне одного из морских заливов. Газ со дна моря проник в кессон, в котором работало 35 человек. Свечи, освещавшие кессон, стали светить зеленым пламенем, у рабочих закружилась голова, их стало тошнить. Они бросились из кессона и все спаслись, но долго страдали от последствий отравления.

В прежнее время, когда газовое освещение еще не было вытеснено электричеством, очистка светильного газа от

неизбежной, но весьма нежелательной примеси к нему сероводорода производилась сложным химическим путем и весьма удорожала себестоимость газа.

И все-таки этот зловредный газ ученые сумели сделать для нас необходимым, применяя его, как я сказал, в химических лабораториях.

Дело в том, что все металлы соединяются с серой, давая характерные для каждого из них вещества. Анализируя какое-либо тело, то есть исследуя его состав, химик действует на его раствор сернистым аммонием и сероводородом и по характеру получаемых сернистых соединений, их растворимости или нерастворимости в воде и кислотах, по цвету осадка и прочим данным выводит заключение, какие именно металлы и в каких количествах входят в состав данного минерала, сплава и т. п.

Не думайте, что это имеет только научный, отвлеченный интерес. Нет, практическое значение этих реакций велико и в технике и в общественной санитарии. При их помощи, например, определяют присутствие ядовитых солей металлов в различных пищевых веществах и т. п. Советские химики недавно указали на возможность применения сероводорода при протравливании семян и для борьбы с бичом наших зернохранилищ — амбарным клещом.

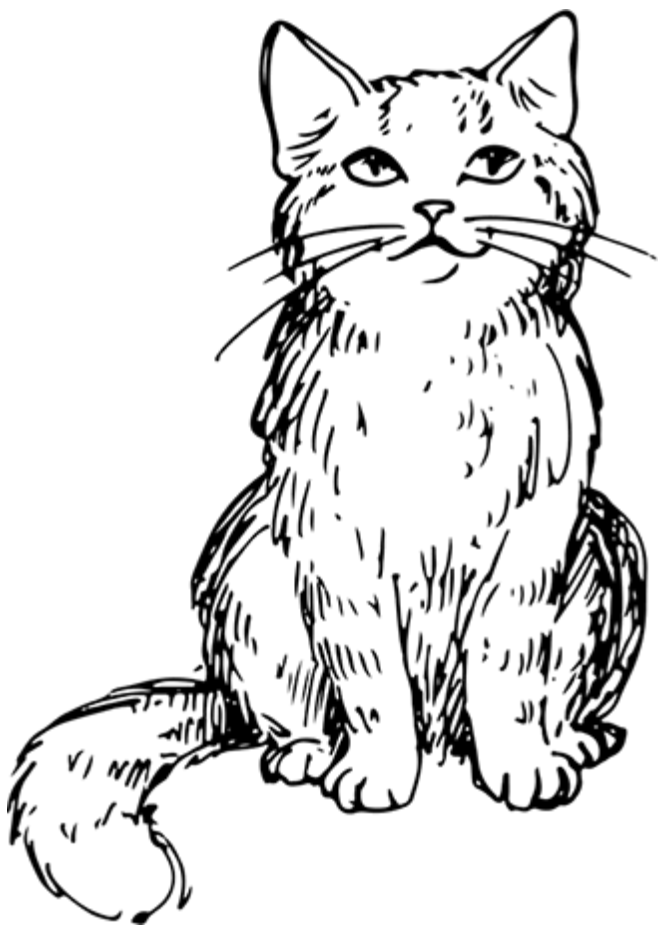
Наконец, следует сказать, что сероводород в соединении с другими веществами входит в состав некоторых особо целебных минеральных вод (Мацеста и др.).

Кое-что о трехцветных кошках

Как из белой кошки можно получить трехцветную, да еще с рисунком полос и пятен, расположенных по вашему желанию, да так, как они никогда не располагаются у живых кошек?

Такое превращение осуществимо только с кошками, вырезанными, как и наш «зеленый лев», из картона.

Вот беленькая картонная «киска». Ставлю ее на тарелку, на которой насыпан какой-то грязновато-белый порошок, и прикрываю стеклянным колпаком. Смотрите. Наша кошка превратилась в трехцветную, ее белая шерстка покрылась черными и желтыми полосами.



Понюхайте порошок. Он пахнет сероводородом. Это — сернистый кальций, соединение, непрочное на воздухе, присоединяющее воду и выделяющее кислород, постепенно

переходя в известь.

В былые времена, когда соду получали из поваренной соли действием на нее серной кислоты и дальнейшим превращением сернокислого натрия (глауберовой соли) в сернистый, а затем обжигом с известняком в углекислый, — в качестве побочного продукта получался сернистый кальций.

Для содовых заводов он являлся тяжелым бременем. Спрос на него в технике был невелик, и целые горы этого зловонного вещества, скопившись на заводе, отравляли окрестный воздух. В Англии сернистый кальций содовых заводов вывозили на специальных баржах в открытое море и там топили.

Впоследствии научились регенерировать из сернистого кальция серу, а затем были найдены лучшие способы получения самой соды, при которых никаких остатков не получается. Нынешняя химия вообще не знает «отбросов».

Возвращаюсь к кошке. Полосы на ней были нанесены заранее. Те, что почернели, были сделаны раствором уксуснокислого свинца, пожелтевшие — раствором хлористой сурьмы. Оба

раствора бесцветны; полосы, нанесенные кисточкой, после того как они просохли, были совершенно незаметны, пока кошка оставалась белой.

Превращение белой кошки в черную

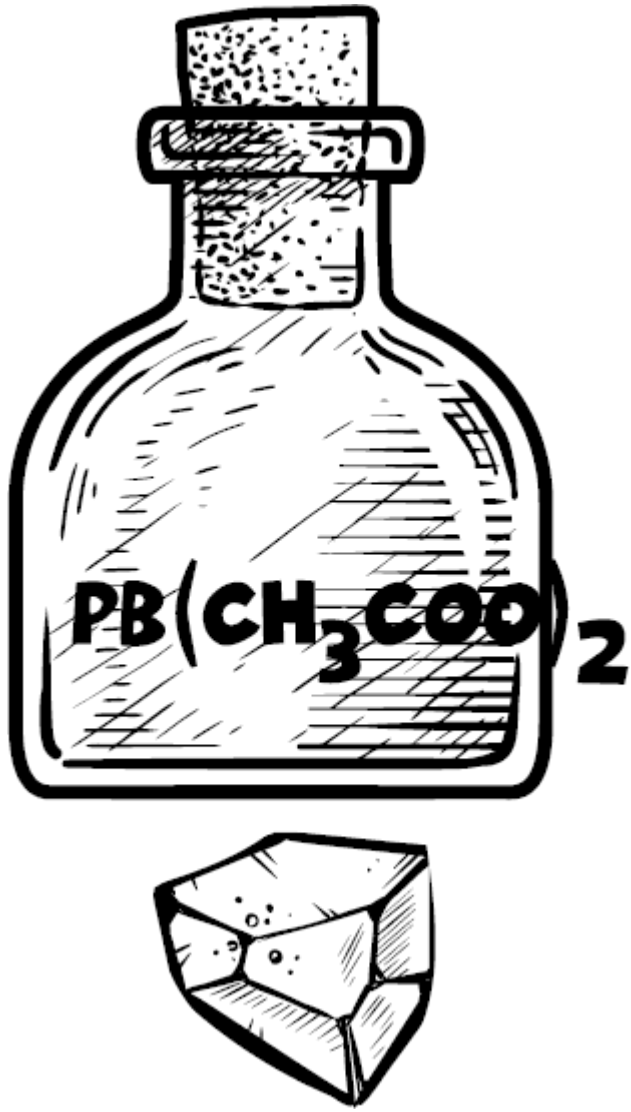
А вот другая кошка, тоже вырезанная из картона и тоже белая.

Сажаю ее в компанию с трехцветной.

Посмотрим, какое произойдет превращение.

Оказывается, она стала вся совершенно черной, без отметины, только телесно-розовый носик и ярко-желтые глаза выделяются на общем черном фоне.

На этот раз я покрыл носик кошки раствором хлористого марганца, глаза — хлористым кадмием, а все остальное — тем же уксуснокислым свинцом (яд!).



Уксуснокислый свинец сладок; растворяясь в жесткой воде, он дает осадок белого углекислого свинца. Фальсификаторы вин в капиталистических странах учитывают оба эти обстоятельства и «сдабривают» для придания вину мягкости и вкуса дешевые сорта вин свинцовым сахаром. О том, как это отражается на желудках потребителей, они не задумываются, их больше интересует прибыль…

В этих и многих других случаях подмесь свинцовых соединений к пищевым продуктам и открывает сероводород: он срывает с них невинную белую или цветную маску (применяются цветные соединения свинца) и обнаруживает их подлинную черную натуру. Свинцовые краски — одна из главных

профессиональных опасностей для рабочих, изготовляющих их, а также маляров.

Отчего темнеют картины

Раньше художники писали при помощи свинцовых белил и других свинцовых красок, темнеющих с течением времени от сероводорода, — а он в ничтожных количествах имеется в воздухе жилых помещений. Перекись водорода окисляет образовавшийся черный сернистый свинец в белый — сернокислый.

От следов сероводорода в воздухе комнат чернеет и серебро, покрываясь тонким слоем сернистого серебра, легко удаляемого механической чисткой серебряных изделий мелом.

Заметим еще, что белая фильтровальная бумага, смоченная раствором уксуснокислого или азотнокислого свинца (все соли этих кислот растворимы), служит хорошим показателем присутствия в воздухе сероводорода. Там, где он есть, бумажка чернеет даже тогда, когда самое чуткое обоняние не в силах

ощутить его запах.

Химическое хлебопечение

В сущности говоря, всякое хлебопечение сопровождается целым рядом химических процессов. Подъем кислого теста — результат жизнедеятельности дрожжевых грибков, превращающих сахаристые вещества теста (декстрозы) в спирт и угольный ангидрид. Последние, выделяясь из теста, делают хлеб рыхлым, пористым, удобно перевариваемым нашим организмом. Так как состав и качество продажных дрожжей далеко не всегда одинаковы, то при этом трудно бывает точно угадать время, нужное для подъема теста. Иногда оно и совсем не всходит, «садится», как говорят, давая плотный, трудно переваримый хлеб. Гораздо проще, удобнее и чище заменить живых газообразователей «порошком для печения». Это двууглекислый аммоний, разлагающийся во время печения хлеба на летучий аммиак и угольный ангидрид.

Такой способ применяется в бисквитном производстве.

Домашний огнегаситель

Упустишь огонь — трудно потушить. Поэтому на случай пожара следует всегда иметь под рукой средство для прекращения его в самом начале.

Ведро воды?

Да, во многих случаях это средство отличное, но не во всех. Вспыхнувший спирт, керосин, бензин, и т. п. водой не загасишь: они вспыхивают над нею, продолжая гореть. Страшные пожары на нефтяных промыслах гасят не водой, а песком.

Тоже хорошее средство, но тоже не всегда удобное. Не держать же в комнате бочку с песком! Да и тяжел он, — обращаться с ним неудобно. Однако, при химических работах, требующих нагревания на спиртовой лампочке, рекомендуется иметь под руками ящик с песком, чтоб гасить им разлившийся и загоревшийся спирт.

На чем основано гашение пожаров? Как я уже говорил, рассказывая о гашении горящей серой загоревшейся в дымоходах сажи, — на прекращении доступа воздуха к огню. В огнегасителях это достигается быстрым выделением этими приборами угольного ангидрида.

Без отказа работает склянка с нашатырным спиртом. Его всегда надо иметь в домашней аптеке и для нейтрализации кислот, и для вывода жирных пятен, и в качестве самого дешевого и верно действующего огнетушителя.

От высокой температуры пламени аммиак выделяется из раствора и отделяет горящее тело от окружающего воздуха; сам же он горения не поддерживает.

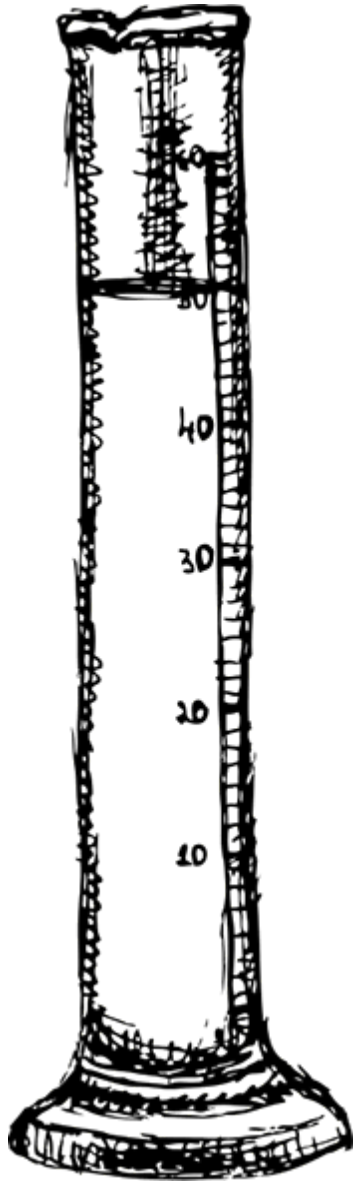
Глядите: в сосуд с аммиаком я опускаю зажженный огарок свечи, — он гаснет.

Однако не странно ли: ведь сам-то аммиак горит! Добавлю: не в воздухе, а в чистом кислороде.

Опасность безопасных веществ

Желтоватый раствор, которым на одну шестую наполнена эта пробирка, — раствор иода в растворе йодистого калия. Доливаю пробирку до половины нашатырным спиртом, отфильтровываю через пропускную бумагу образовавшийся черный осадок и тотчас, пока порошок еще не просох, беру от фильтра с осадком небольшую часть. С нас ее будет вполне достаточно; остальное выбрасываю в ведро с водою, куда я сливаю ненужные растворы, остающиеся после наших опытов.

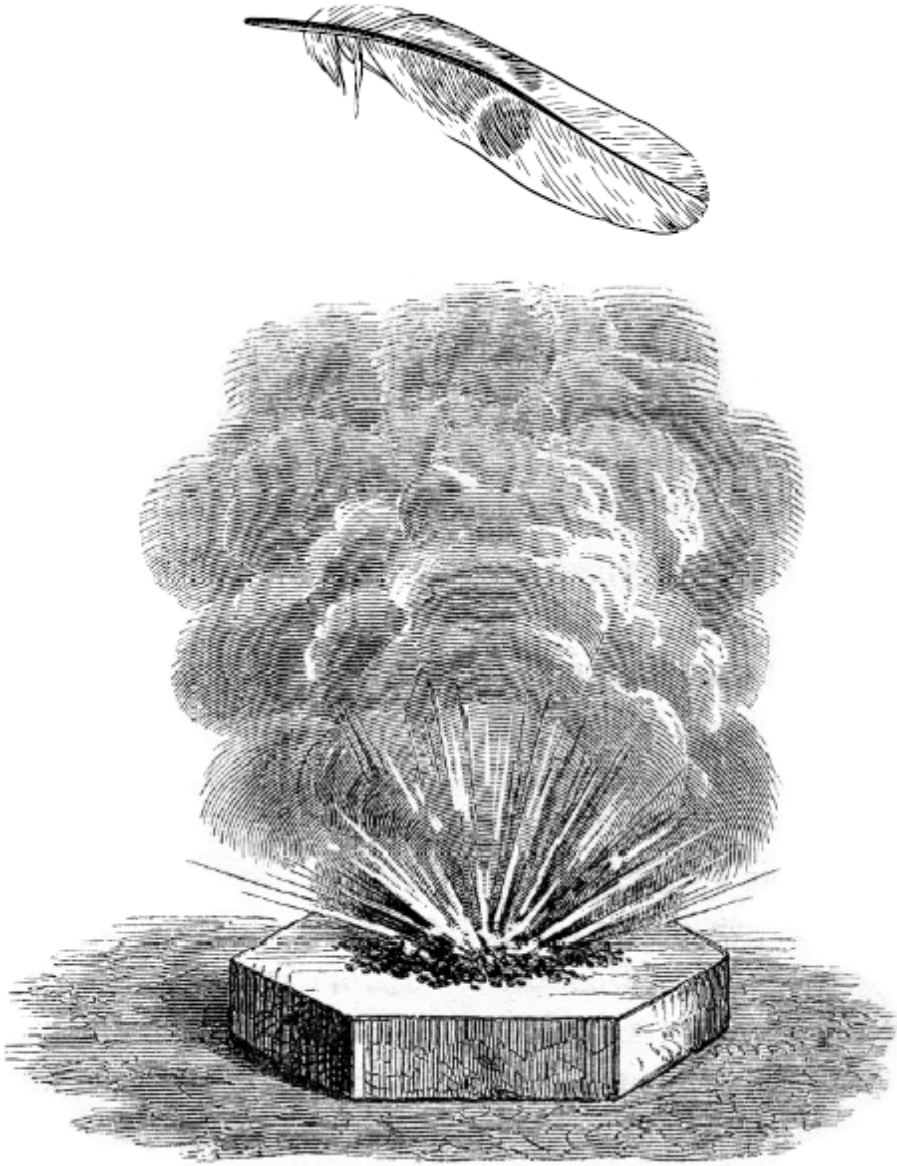
Попутно замечу, что выливать их потом надо куда-нибудь подальше, где бы ими не могли отравиться домашние животное или птицы, но отнюдь не в раковину водопровода, особенно если реакция их кислая.



Кусочек еще влажной бумаги, покрытый черным порошком, кладу в уголок на полу. Не подходите к нему близко и не подпускайте к нему кошку или собаку.

Подождав, пока порошок просохнет, издали гусиным пером, привязанным к длинной палке или половой щетке, слегка прикасаюсь к нему.

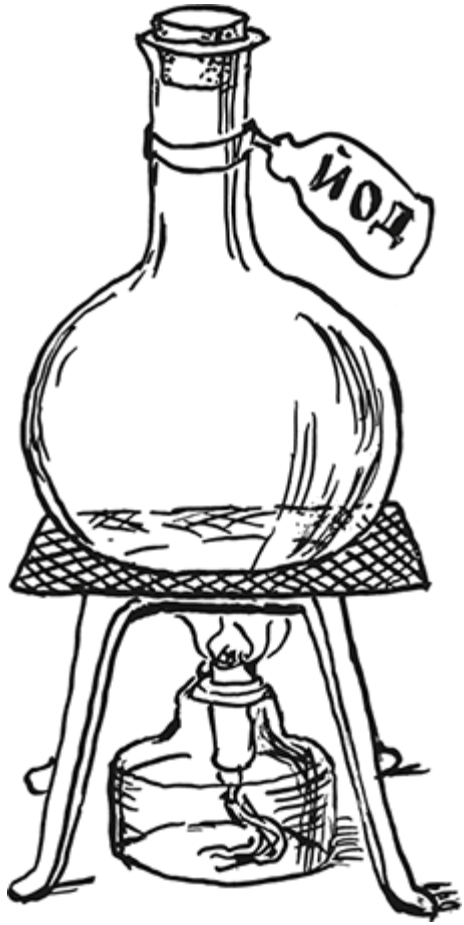
Кто бы подумал, что взрыв будет так силен! Обратите внимание на фиолетовый пар, поднявшийся на месте взрыва.



Да, взрыв сильный! Это было одно из сильнейших взрывчатых соединений азота — йодистый азот. Надо заметить, что азот, такой невинный, такой индифферентный в свободном состоянии газ, входит во все взрывчатые вещества. Вернее сказать, свойство таких веществ моментально разлагаться на простейшие соединения зависит именно от присутствия в них азота. Он не «любит» вступать в соединения с другими веществами и при первой возможности их покидает. Мы знаем, что он не поддерживает дыхания, — оттого-то ему и дали кличку «азот» (то есть безжизненный). Но как она ошибочна! Как раз наоборот: нет

жизни без азота. Органические вещества могут и не содержать его, но в организмах он обязательно находится. Потому-то белковые тела иначе и называются азотистыми. Их больше в организмах животных, чем в организмах растений (за исключением грибов), но без тех немыслимо существование и тех и других.

Что касается фиолетовых паров, на которые я обратил ваше внимание, это — газообразный йод. Если вам удастся достать в аптекарском магазине йод не в виде обычной тинктуры, то есть спиртного раствора, а в форме кристаллических сероватых чешуек слабо металлического блеска, положите несколько таких кристалликов в тонкостенную колбу, закрытую пробкой, и слегка подогрейте в пламени спиртовой лампы. Нагревайте осторожно, вращая колбу, чтобы все дно ее нагревалось равномерно. Колба наполнится газообразным йодом великолепного фиолетового цвета (отсюда и название этого элемента: «йод» значит — фиолетовый). На холодных стенках горла колбы и на основании пробки он осядет мельчайшими блестящими кристалликами. Опыт можно повторять сколько угодно раз.



Получение газообразного йода

Спрячьте куда-нибудь колбу; при случае удивите этим фокусом своих друзей. Только для того, чтобы помнить, что колба не пустая, наклейте на нее билетик с надписью: «йод».

То же самое взрывчатое вещество, которое я приготовил перед вами, дает соединение нашатырного спирта с йодистой тинктурой. И та и другая жидкости являются обычными домашними средствами. Пусть это послужит вам предостережением: не зная химии, не пытайтесь самостоятельно, наобум изучать свойства веществ.

Говоря о йоде, отметим один крупный успех советской химии. Йод, всегда бывший предметом импорта, теперь получается у нас заводским путем как из морских водорослей, так и из вод, сопровождающих нефтеносные месторождения.

А йод — препарат не дешевый, и освобождение от его импорта — это крупная экономия валюты!

Взрывчатые вещества

Вы уже знаете, что химические реакции, сопровождающиеся освобождением энергии, называются экзотермическими. Если экзотермическая реакция протекает в течение весьма короткого времени (от 0,0001 до 0,01 секунды) и сопровождается выделением значительного количества энергии, то говорят, что она происходит со взрывом.

Взрыв — это почти мгновенное превращение взорвавшегося вещества в газы высокой температуры, с силою стремящиеся расшириться и сокрушающие все препятствия к этому расширению. Температура получающихся газов может доходить до 3000°, а увеличение первоначального объема до 900 раз.

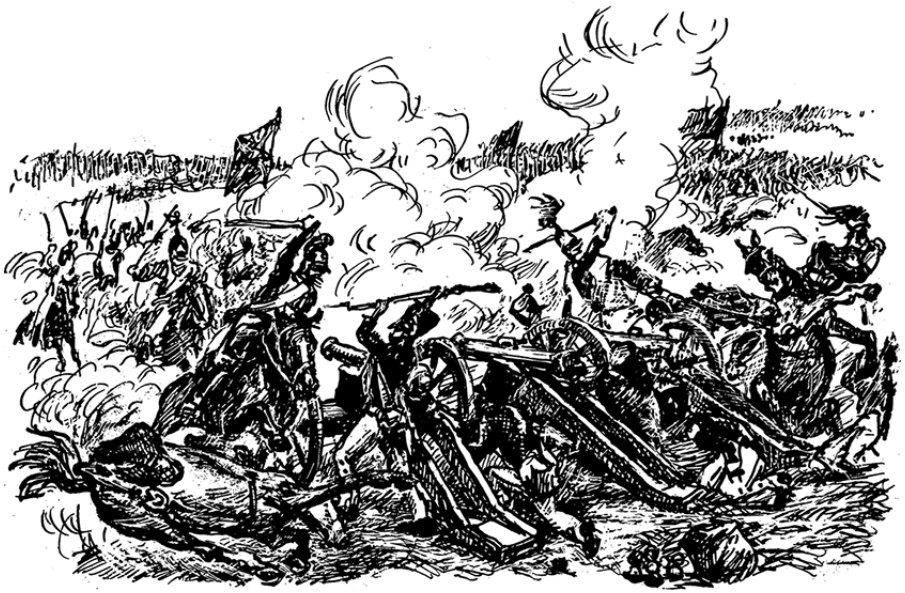
Химические реакции при взрыве сводятся либо к разложению сложного вещества на более простые, либо к сгоранию с образованием газов.

Химические соединения и их смеси могут взрывать: самопроизвольно, от действия света, нагревания, искры, удара и от детонации. Детонация — это взрыв произвольно большого количества данного взрывчатого вещества от взрыва малого количества другого взрывчатого вещества, называемого инициирующим.

Далеко не все вещества, способные взрываться, применяются в военном деле и технике. Применяются лишь те, изготовление, хранение, транспорт и применение которых относительно безопасны. Относительно, ибо есть только одно безопасное взрывчатое вещество-смесь жидкого кислорода с угольной пылью. Его патроны готовят непосредственно перед взрывом и, если почему-либо взрыв не произошел, кислород быстро испаряется, и остается только уголь, который взорвать не может. У нас оксиликвит широко применялся при постройке знаменитой Днепровской ГЭС. Все остальные применяемые в технике взрывчатые вещества безопасны «постольку-поскольку», и взрывы заводов, их изготовляющих, и складов, в которых они хранились, в Западной Европе случались неоднократно.

В зависимости от скорости протекания процесса взрыва, взрывчатые вещества можно разбить на три группы: инициирующие, как гремучая ртуть, взрывающие моментально и вызывающие взрыв других веществ; бризантные, как нитроглицерин, взрывающие всей массой сразу и производящие раздробляющее действие, и метательные, сгорающие хотя и в ничтожную долю секунды, но все же не всей массой одновременно, и оказывающие, как порох, метательное действие.

Для различных технических целей применяют вещества различной силы и качества взрыва. Нельзя зарядить пушку нитроглицерином, — он взорвется так быстро, что, еще не успев вытолкнуть из нее снаряд, разнесет в куски самую пушку. И, обратно, плох обыкновенный черный порох для туннельных и горных работ, так как газы, им развиваемые при взрыве, направятся в место наименьшего сопротивления, а не разорвут на куски скалу или слой каменного угля. В этом случае уместны именно бризантные вещества.



Применение взрывчатых веществ в военном деле вам, конечно, известно. Метательные применяются для заряда огнестрельного оружия, а бризантными начиняют мины, фугасы и артиллерийские снаряды.

Но представляете ли вы себе, как широко применяются взрывчатые вещества в мирной технике?

Знаете ли вы, что у нас они применяются в каменноугольных копях и рудниках, при сооружении дорог и туннелей, при надобности быстро удалить большие массы земли, для корчевания пней, для разлома ледяных полей Арктики, взрыва ледяных гор и заторов и пр. и пр.

Кто изобрел порох?

Старейшее взрывчатое вещество — это черный порох, смесь калиевой селитры с серой и углем. Селитра — соль азотной кислоты, богатая кислородом, который и сжигает серу и уголь. В результате взрыва пороха получаются газы: азот, угольный ангидрид, сернистый газ и твердый сернистый калий, который и образует дым.

Порох, вероятно, был изобретен в Китае. Применялся он там для фейерверков и на войне для устрашения неприятеля грохотом взрыва. Только впервые в 1259 г. им стали заряжать «огненные копья» — прообраз современного ружья. Около 1290 г. арабы заменили катапульты и баллисты, разбивавшие стены осаждаемых крепостей ударами камней, пушками, выбрасывавшими каменные ядра. Знаменитый средневековый алхимик Роджер Бекон в 1284 г. описал изготовление пороха, на что современники не обратили внимания. Легенда приписывает изобретение пороха в Европе «благочестивому» монаху Бертольду Шварцу, и на его родине немцы даже поставили памятник этому «благодетелю» человечества.

А впрочем, порох, действительно, явился благодетельным изобретением для средневековых горожан, угнетаемых

феодалами. Энгельс указывает, что в огнестрельном оружии буржуазия нашла хорошее средство борьбы с феодализмом.

На протяжении почти пяти столетий порох был единственным взрывчатым веществом, применявшимся в военном деле и в технике. Лучшие умы работали над усовершенствованием его состава, не пытаясь применить какие-либо другие взрывчатые вещества.

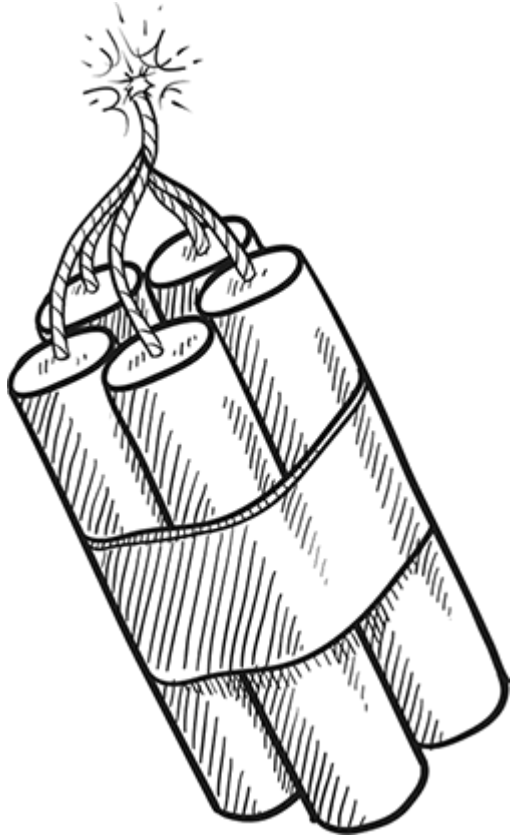
Во второй половине прошлого века дело резко изменилось.

В 1845 г. Шенебайн получил куда более сильное вещество, чем порох — обработанную азотной кислотой клетчатку, пироксилин, а тремя годами позже Сомбреро нитрировал глицерин, превратив его в страшный нитроглицерин. Однако эти новые взрывчатые вещества оказались уже чересчур взрывчатыми и взрывали, когда не надо, часто при самом изготовлении. Заводы, пытавшиеся их готовить, один за другим взлетали на воздух.

Укрощенный нитроглицерин

Как же тут быть? Ряд химиков начал работать над «укрощением» нитроглицерина и пироксилина. Нобель случайно заметил, что нитроглицерин, пролитый при переноске на инфузорную землю, образовал с нею сравнительно безопасное в обращении взрывчатое вещество. Он назвал его динамитом и посвятил всю свою жизнь на изучение и улучшение этого нового взрывчатого вещества, выработав ряд его сортов в зависимости от назначения. Нобель нажил миллионное состояние, но «пороха не выдумал», не смог приспособить динамит для метательного действия. Эту задачу решили другие, «укротив» пироксилин, превратив его в бездымный порох. Д. И. Менделеев в России и Вьель в 1885 году во Франции превратили опаснейшую нитроклетчатку обработкой ее разными веществами в желатинообразную массу, допускающую раскатывание в листы и разрезание их на кубики и ленты. Такой порох сгорает без взрыва, не дает золы и обладает большей метательной способностью, чем черный порох.

Ну, как же правительствам всех капиталистических стран не ухватиться за такое «великолепное изобретение»! Его тотчас ввели во всех армиях.



Пикриновая кислота и тротил

Но вот курьез. С 1789 г. в руках химиков было еще более грозное взрывчатое вещество, а они и не подозревали этого и применяли его с 60-х гг. как ярко-желтую искусственную краску. Это — пикриновая кислота, взрывающая только от детонации. Через 3 года после изобретения бездымного пороха пикриновую кислоту под разными названиями (лидит, шимозит, пикринит и пр.) стали применять в качестве бризантного вещества для начинки артиллерийских снарядов.

Только оказалось, что применять ее надо с соблюдением особых предосторожностей, защищая заряд от соприкосновения с металлическими стенками снаряда. Иначе пикриновая кислота, действуя на металл, образовала соли — пикраты, которые, в отличие от нее, взрывали самопроизвольно. Страшные взрывы артиллерийских складов с первыми снарядами, изготовленными без соблюдения указанной предосторожности, научили артиллеристов уму-разуму.

Впрочем, буржуазная наука, всегда идущая навстречу запросам империалистов, вскоре в замену пикриновой кислоты преподнесла им новый подарок — тротил. Он обладает еще лучшими качествами, чем пикриновая кислота, и не дает соединений с металлами. Уже во время мировой войны к тротилу стали примешивать аммиачную селитру, создав новое взрывчатое вещество — аматол. После войны аммиачная селитра в смеси с алюминием в порошке и другими веществами была превращена в аммонал, нашедший широкое применение в мирной технике.

Теперь заметьте вот что. Пикриновая кислота — органическая краска, тринитрофенол, то есть обработанная азотной кислотой карболовая кислота; тротил — это тринитротолуол, вещество, близкое по химическому строению фенолу, а аммиачная селитра в смеси с сернокислым аммонием — превосходное удобрение. Фенол же и толуол — исходные материалы для изготовления искусственных красок, дезинфицирующих и лекарственных веществ.

Понятно теперь, почему даже в годы жесточайшего экономического кризиса во всех империалистических странах, особенно в Германии и Японии, искусственно насаждали красочную промышленность и заводы азотистых удобрений. Их продукция не находит сбыта, но они являются готовыми базами для изготовления взрывчатых и отравляющих веществ, применяемых в военном деле.

Мирное применение взрывчатых веществ

Мы тоже создали крупную промышленность таких необходимых нам химических веществ, как краски, лекарства и азотистые удобрения. Однако взрывчатые вещества применяются и для мирных целей. Моментальные взрывы громадных масс земли и твердых горных пород при инженерных сооружениях заменяют многомесячную работу удаления их экскаваторами и лопатами.

Так, в январе 1936 г. в Магнитке взрывом 87,5 тонн аммонала было удалено 33 000 куб. м земли; осенью предыдущего года у Подольска было взорвано для расчистки строительной площадки 95 тонн аммонала. Еще раньше на Дальнем Востоке взрывом 260 тонн аммоналу при постройке железной дороги была мгновенно выполнена работа, которая отняла бы иначе два года времени.

Вдесятеро большее количество запроектировано взорвать для вскрытия богатого Челябинского месторождения угля путем сброса 1300 тыс. куб. м породы. Снятие такого количества земли экскаваторами заняло бы 9 месяцев.

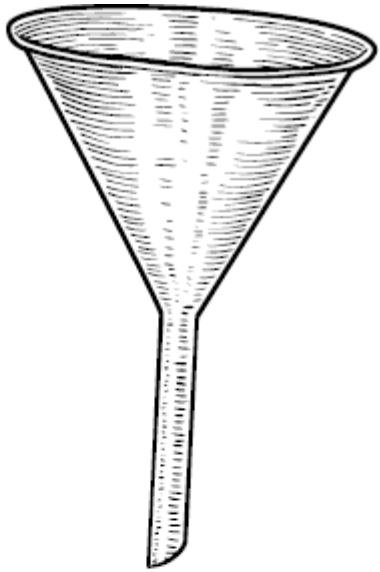
Вот что писал мне очевидец одного из таких взрывов: «Человек конкурирует с самыми грозными силами природы. Взрыв такой массы аммонала — это искусственное извержение, искусственное землетрясение. Надо видеть его эффект, описать его нельзя. Я стоял почти в километре от места взрыва, и меня качнуло воздушной волной. От грохота барабанные перепонки вдавились, и я временно оглох. Поразительная картина была, когда тысячи кубических метров земли ринулись вверх. Только теперь я понял всю мощь нашей техники».

Два слова о веществах, вызывающих детонацию — взрыв звуковою волной. С середины позапрошлого века для пистонов и запалов брали гремучую ртуть. Сейчас открыты новые инициирующие вещества — крайне непрочные соединения азота с металлами. Азид свинца уже применяется в технике.

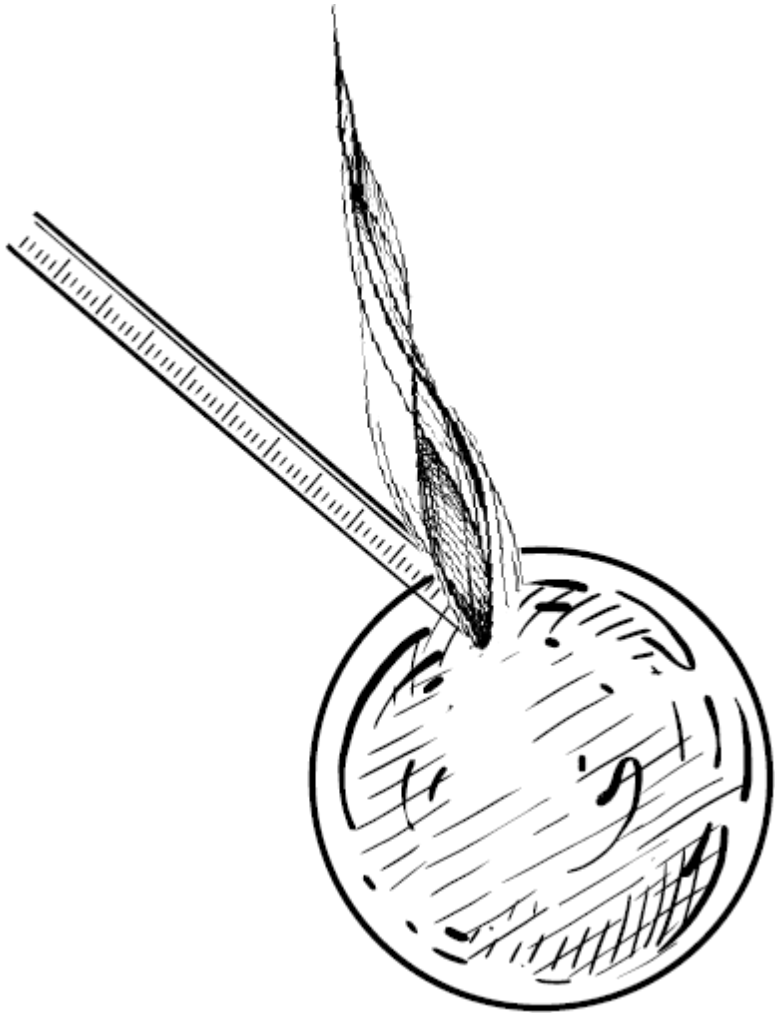
Курящийся мыльный пузырь

В мыльную воду погружаю широкий конец маленькой стеклянной воронки и, взяв другой конец ее в рот, выдуваю великолепный мыльный пузырь, блещущий всеми цветами радуги. Пузырь — величиною с ацпельсин. Осторожно вношу его в широкогорлую банку, на дне которой налито немного какой-то бесцветной жидкости.

Подержав его полминуты в банке, прикрывая пальцем отверстие носика воронки, вынимаю, отвожу палец в сторону, а другой рукой подношу к отверстию стеклянную палочку. Как видите, ее приближение служит сигналом началу странного явления: из пузыря, совершенно до тех пор прозрачного, начинает выходить струя дыма.



Этот опыт является вариацией первого химического фокуса, проделанного мною перед вами. На дне банки, в которую я опускал пузырь, налит нашатырный спирт. Выделяющийся из него аммиак растворяется в пленке пузыря и испаряется из нее внутрь пузыря. Стеклянная палочка, поднесенная к узкому отверстию воронки, смочена раствором соляной кислоты, выделяющим газообразный хлористый водород. Вы уже хорошо знаете, что эти газы, соединяясь при встрече в воздухе в мельчайшие кристаллики нашатыря, имитируют появление дыма.



Кстати сказать, и этой реакцией пользовались военные химики для образования дымовых завес на полях сражений. Только в этих случаях брали не хлористый водород, а прямо хлор, который во влажном воздухе, соединяясь с аммиаком, образует густые облака из кристаллов хлористого аммония.

Таким образом, хлором военная химия не только отравляет, но и защищает.

Кое-что о военной химии

Когда говорят, что отныне войны будут в значительной мере «химическими», то забывают, что химия уже свыше 700 лет широко использована в военном деле для изготовления пороха и других взрывчатых веществ, а частично применялась еще и того ранее, когда при ее помощи сражающиеся сжигали неприятельские суда и укрепления горючими составами.

Так был сожжен «греческим огнем», в состав которого входили нефть и селитра, флот Олега, пытавшегося взять Царьград с моря; так Ольга сожгла укрепления древлян и т. п.

Наряду с бездымным порохом военные химики использовали составы противоположного свойства, дающие густой дым. Они применяются в качестве «дымовых завес», маскирующих передвижения воинских частей или скрывающих суда от взора неприятеля. Бомбардировка снарядами с такими веществами намечает пункт для попадания в цель. Вещества, развивающие цветные клубы дыма, применяются для сигнализации, в частности, с аэропланов.

В ночное время, помимо прожекторов, для освещения местности употребляются светящиеся ракеты, освещающие позиции противника. Подобного рода осветительные снаряды сбрасывают и с аэропланов.

В деле световой сигнализации на воде применяются карбиды, разлагающиеся водою с выделением ярко горящего ацетилена.

Как видите, применение химии в деле массового истребления людей не ново.

Но под «химической войной» обычно подразумевают войну при помощи ядовитых веществ, начало которой было положено немцами весной 1915 года.

Думая так, ошибаются.

Известный этнограф Вейле указывает, однако, что применение отравляющих газов для военных целей было знакомо еще древним китайцам, бросавшим в неприятеля «вонючие горшки», и, что еще более удивляет нас, первобытным обитателям Америки. «Шведский исследователь Норденшельд установил, — пишет Вейле, — что в обычаи индейцев Южной Америки входило употребление еще более неприятных, даже опасных для жизни газов. Испанец Овиедо-и-Вальес сообщает о нападении с помощью „перечного газа“. При сражении у реки Ориноко в 1532 г. два молодых индейца шли впереди фронта, неся каждый в одной руке сковороду с горящими угольями, а в другой — размолотый перец. Как только ветер казался им благоприятным, они сыпали перец в

уголь. Результаты были наглядны, так как пар приводил в беспорядок ряды испанцев, заставляя каждого из них продолжительное время чихать».

По сообщению француза Дю-Тертра, это средство содействовало изобретению газовой маски.

«Пар перца раздражает слизистые оболочки носа и бронхи так сильно, что может повести к смерти, если не покинуть

отравленного пространства или не употребить средства, состоящего в смачивании платка в крепком уксусе и завязывании им носа, чтобы нейтрализовать вредное действие перца».

«Действующая часть кайенского перца называется капситин. Мы знаем, что он вызывает раздражение слизистых оболочек и дыхательных путей; это было известно и индейцам, и потому в примененной ими военной химии за ними можно признать большие заслуги, чем за близкими к ним по расе первобытными обитателями Канады, о которых еще в 1558 г. рассказывали, что они умеют уничтожать нападающего неприятеля паром жиров и запахом каких-то растений. Для этой цели они перед нападением врага собирали хворост, пропитывали его рыбьим жиром и зажигали, бросая в огонь высушенные листья некоторых деревьев».

Итак, «ничто не ново под луною». Слезоточивое вещество, акролеин, выделяемый горящим жиром, оказывается, применялся

чуть ли не за 400 лет до нашего времени. Да и прототип теперешних противогазовых масок также был еще тогда известен.

По основному действию отравляющие вещества делятся на: удушающие (хлор, фосген, дифосген, хлорпикрин), общеотравляющие (синильная кислота, окись углерода), местно-поражающие (иприт, люизит), слезоточащие (хлорбензил, бромбензил, акролеин), чихательные (метил и этилхлорарсин, дифениларсин, дифенилхлорарсин, дифениламинхлорарсин).

В состав двух последних групп входят преимущественно производные хлора и мышьяка. Цель их применения — заставить атакуемых снять противогазы.

Безопасная пиротехника

Старинное, теперь неверное, определение этой отрасли прикладной химии таково: «Искусство приготовления различных горючих и взрывчатых составов и сожигания их с целью доставления того или иного определенного эффекта».

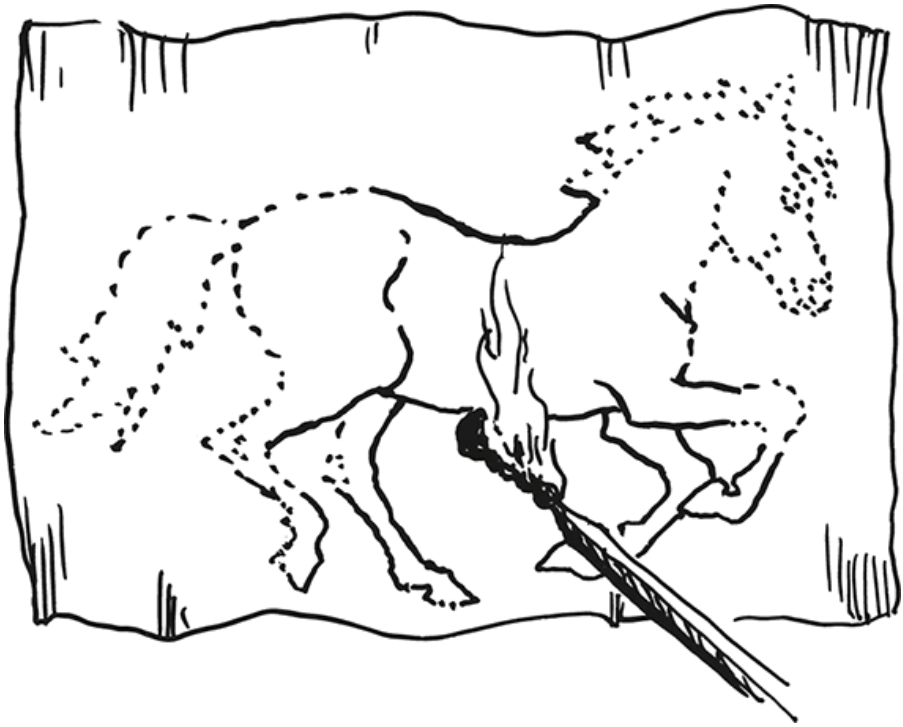
Сейчас пиротехника — одно из средств военной связи и сигнализации.

Но немало любителей серьезно поплатились за свою любовь к «потешным огням». Мы в их число, надеюсь, не попадем, так как никаких сложных фейерверков делать не станем и никаких сильно-взрывчатых веществ брать не будем. Ограничимся парой-другой пиротехнических опытов, соединяющих в себе приятное с полезным и свободных для пиротехника-любителя от опасности. Для гарантии от таких печальных последствий будем манипулировать с небольшими количествами реагентов и держать под руками весь арсенал огнегасительных средств: склянку с нашатырным спиртом, ящик с песком и кувшин с водой.

Огонь-художник

Осмотрите, пожалуйста, самым тщательным образом эти листки бумаги. Ничего на них не нарисовано, ничем они не накрашены, только в одном из уголков каждого листка карандашом отмечена точка. На такой бумаге печатают газеты; она так и называется — газетной.

Огнем папиросы или тлеющей спичкой касаюсь отмеченного точкой уголка одного из принесенных с собой листков. Он не вспыхивает, только искорка медленно идет вверх все выше и выше, поворачивает, опускается, направляется почти параллельно верхнему краю листка, снова опускается вниз… Там, где она пробежала, бумага выгорает по каким-то причудливым кривым линиям, но за их пределы огонь не переходит. Терпение, терпение… Все дальше бежит, — вернее сказать, ползет, — светлая точка, оставляя за собой черный след, и вот путь искры закончен. Перед нами контур слона, обрисованный художником-огнем.



Огонь-рисовальщик

Поджигаю второй лист, и через пять минут к слону

присоединяется жираф; третий — верблюд и т. д. Целый зверинец!

Дети — свидетели опыта — всегда и неизменно приходят в восторг. К удивлению («как это искра знает, куда ей надо направиться, чтобы нарисовать страуса или крокодила?») присоединяется нетерпение угадать, что она на этот раз нарисует. Да и взрослым это развлечение кажется занятным, и далеко не все они догадываются, в чем тут дело.

А дело самое простое. Рисунок на бумагу, конечно, наносится заранее. Рисуется он заостренной спичкой или мягким гусиным пером, обмакиваемыми в раствор калиевой селитры (азотнокислого калия). Для целой серии рисунков совершенно достаточно чайной ложки теплой воды и столько селитры, сколько ее уместится на кончике перочинного ножа. Чем концентрированнее раствор, тем быстрее потом движется искра по бумаге; но опыт интереснее, когда это движение медленно, — больше простора для догадок: что выйдет?

Просохнув, контур рисунка становится совершенно невидимым; оттого-то и надо заранее отметить какую-нибудь точку с краю бумаги или в одном из ее углов и начинать рисовать от этой точки. Рисуя, следите, чтобы след пера нигде не прерывался, иначе выйдет конфуз: искра угаснет, не доведя рисунок до конца. Понятно также, что проводимые линии не должны пересекать друг друга.

Дешевизна этого опыта «вне конкуренции»!

А комнату после него надо хорошо проветрить: продукты горения селитры не безразличны для дыхания и отравляют воздух.

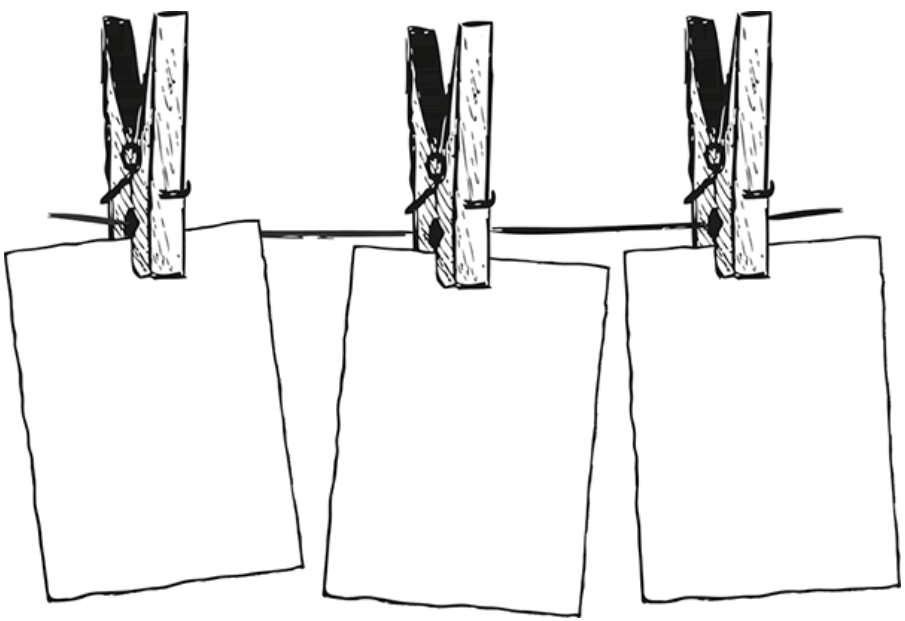
Бумага, горящая цветным пламенем

Да неужели вы до сих пор не знали, что голубая бумага горит голубым пламенем, красная — красным, желтая — желтым и т. д.?

На такой вопрос вам, конечно, ответят дружно, что вы глубоко заблуждаетесь, что совершенно независимо от окраски, всякая бумага горит одинаковым пламенем, только одна легче загорается и скорее сгорает, другая — труднее и медленнее, смотря по толщине и плотности.

Скажите тогда вашим оппонентам, что вы готовы подтвердить свои слова опытом и что, по счастью, вы как раз сегодня купили для своих работ разноцветной папиросной бумаги. Принесите и покажите свою покупку, пожертвуйте по четвертушке каждого сорта и один за другим сожгите листы: белый, красный, голубой и желтый. Каждый будет гореть пламенем соответствующего цвета.

Удивив публику цветным горением цветной бумаги, позаботьтесь о ее здоровье и хорошенько проветрите комнату после вашего импровизированного фейерверка. В теплую погоду лучше демонстрируйте ваш опыт на открытом воздухе или хотя бы у открытого окна.



Ясное дело, что между моментом покупки цветной

папиросной бумаги в магазине и моментом ее демонстративного сожжения перед публикой вам придется над ней немного поработать.

Белая бумага смачивается концентрированным раствором бертолетовой соли в горячей воде, желтая — в таком же растворе с примесью натриевой селитры, красная — с примесью азотно-кислого стронция, зеленая — азотно-кислого бария, синяя — азотно-кислой меди.

Вымоченная в соответственном растворе бумага подвешивается над блюдцем того же раствора при помощи деревянных прищепок. Когда бумага совершенно высохнет, ее вновь смачивают жидкостью и так повторяют несколько раз, пока в порах бумаги не отложатся микроскопически-малые кристаллики солей, после чего она окончательно высушивается и сжигается в совершенно сухом состоянии.

Цветное пламя

Водород горит почти совершенно бесцветным пламенем; пламя чистого спирта тоже светит весьма слабо. Наоборот, пламя ацетилена ярко; свеча и керосиновая лампа также горят светящимся пламенем.

Большая или меньшая яркость всякого пламени зависит от присутствия в нем раскаленных твердых частичек. Водород, сгорая в водяной пар, таких раскаленных частичек не дает, и, если бы не сгорающая в нем пыль воздуха, его пламя было бы заметно только по развиваемой им высокой температуре. В светильном газе, керосине, стеарине содержится, кроме водорода, в большем или меньшем количестве углерод. Частички последнего, раньше чем сгореть, накаливаются, — оттого-то пламя газовой горелки, керосиновой лампы и свечи и светит. Можно и несветящееся или слабо светящееся пламя сделать ярким, обогащая его углеродом или раскаляя им негорючие вещества. В технике первое достигается примесью к веществам, горящим бесцветным пламенем, так называемых тяжелых углеводородов, то есть соединений водорода с большим количеством углерода, как у ацетилена, например, а второе — направляя пламя на специальный колпачок калильных горелок, нити которого пропитаны солями некоторых редких элементов (церия, тория и др.), дающих при высокой температуре интенсивно-яркий свет.

Для получения цветного пламени к горящему веществу прибавляют соли металлов, окрашивающих пламя в тот или иной цвет.

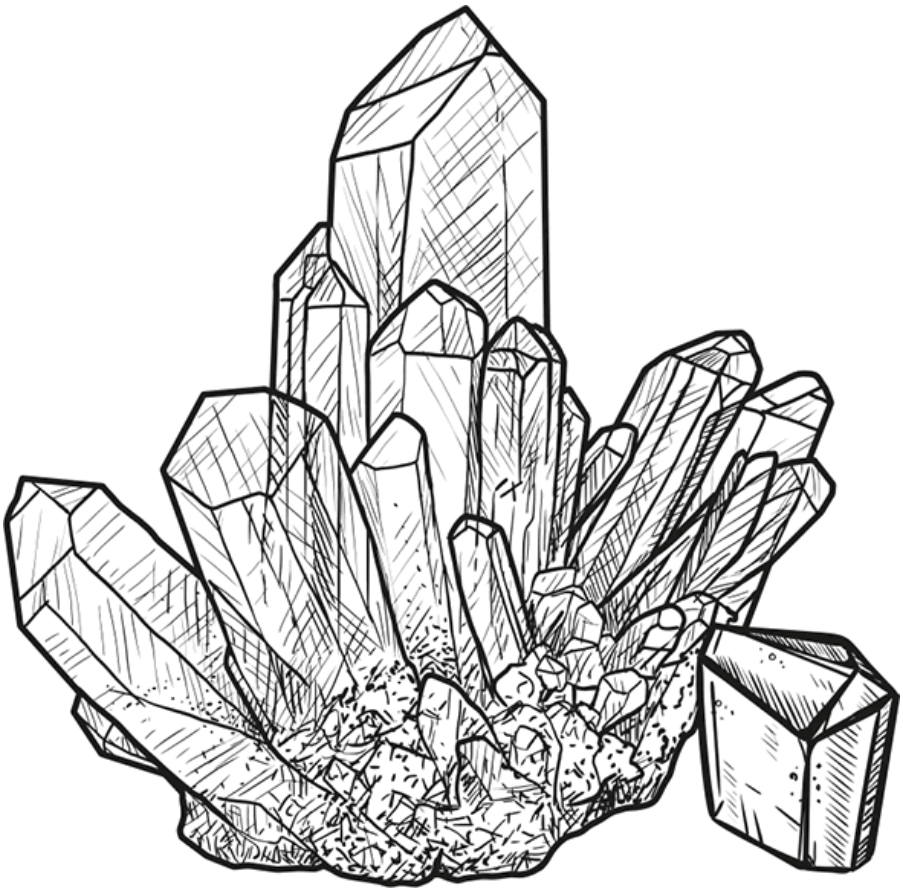
Этой способностью горящих металлов и их летучих солей придавать определенную окраску бесцветному пламени пользуются в пиротехнике для получения цветных огней.

Простейший способ развлечения — это устроить цветные спиртовые огни. В ста частях спирта растворяют 10 весовых частей кремортартара (винный камень, кислая виннокалиевая

соль) и 5 весовых частей нашатыря (хлористый аммоний). Желаемая окраска придается смешением этого раствора со 100 весовыми частями солей, окрашивающих пламя, а именно: хлористого стронция для красного, хлористого лития для пунцового, борной кислоты для зеленого, сильвина (хлористого калия) для фиолетового, поваренной соли (хлористого натрия) для желтого.

Жечь растворы можно в чайных блюдцах или цветочных поддонниках.

Кое-что о кристаллах



Характерной особенностью большинства известных нам простых и сложных веществ является их способность при определенных условиях приобретать строго правильную форму — образовывать кристаллы.

Поваренная соль, сахар, вода ниже точки ее замерзания, многие минералы, драгоценные камни и даже металлы дают кристаллические формы.

Кристаллы образуются: в момент образования вещества в результате химической реакции, при присоединении к молекуле некоторых солей одной или нескольких молекул воды, при осаждении растворенного вещества из раствора, при переходе из газообразного или жидкого состояния вещества в твердое.

В природе геометрически правильные кристаллы образуются редко, обыкновенно они искажены или недоразвиты, а развиваясь

в тесном соседстве друг с другом, срастаются и теснят друг друга, образуя кристаллические агрегаты.

Искусственное получение правильно образованных кристаллов дает наилучшие результаты при осаждении их из водных растворов.

Оно же дает возможность познакомиться с замечательной способностью кристаллов восстанавливать нарушенную правильную форму. Вы, может быть, знаете, что холоднокровные животные обладают такой способностью. У ящерицы отрастает отломанный хвост, а у тритона даже лапка. Только эти новые органы получаются недоразвитыми и уродливыми. Кристаллы чинят себя лучше.

Возьмите какие-нибудь квасцы. Квасцы — это двойная сернокислая соль щелочного металла (или аммония) и алюминия, железа или хрома.

В продаже они встречаются в виде более или менее крупных, но неправильных, сломанных и сросшихся друг с другом кристаллов. Истолките их в фарфоровой ступке и растворите в горячей воде. По мере отстаивания раствора, на дно сосуда выпадут кристаллики квасцов, которые будут расти, увеличиваясь, как растут организмы, в весе и объеме.

Бросьте в такой раствор крупный кристалл тех же квасцов с отбитым углом или поврежденной гранью. Вы увидите, как он постепенно залечит поранение и приобретет геометрически правильную форму.

Но и ваши кристаллы, вырастающие на дне сосуда, еще не будут нормально развитыми: грань, на которой они лежат, останется недоразвившейся. Для получения правильно образованного кристаллика опустите в теплый раствор нитку гаруса. На ее волоконцах при остывании раствора образуются геометрически правильные кристаллики. Отберите 2–3 из них покрупнее, они понадобятся нам для опыта медленной кристаллизации.

Цветной раствор бесцветного вещества

Позвольте предложить вам вопрос:

— Какого цвета будет раствор бесцветного вещества в совершенно частой воде?

Вы вспоминаете о растворах сахара, поваренной соли, селитры, нашатыря и других бесцветных соединений и отвечаете:

— Если в воде не растворено заранее какое-нибудь другое бесцветное вещество, дающее с первым цветное соединение, то раствор должен быть бесцветным.

Так ли это? Проверим.

Во избежание «обмана» с моей стороны, налейте сами в пробирку или в стакан воды из водопроводного крана.

Всыпаю в нее вот этот белый порошок. Вода принимает красивую темно-голубую окраску.

Перельем ее в фарфоровую чашку и выпарим.

Посмотрите, что у нас осталось на дне чашки. Кристаллики прекрасного синего цвета. Это медный купорос, с которым нам приходилось и раньше встречаться.

Жаль, что мы перед тем, как растворить наш белый порошок, не взвесили его. Это можно было бы сделать на весах для писем. Взвесив после того полученные синие кристаллики, мы бы убедились, что они весят больше, чем весил порошок. Значит, к растворенному порошку (это был порошок безводной сернокислой меди) что-то присоединилось химически, так как и вес увеличился, и свойства вещества изменились. Это «что-то» не

может быть ничем другим, кроме воды, потому что мы растворяли порошок в чистой воде.

Легко доказать, что так оно и есть. Истолчем полученные синие кристаллы в голубой порошок и станем их сильно нагревать в фарфоровой чашке: голубой порошок превратится в белый, вес его уменьшится, а на холодной тарелке, которую мы будем держать над чашкой, осядут капли воды.

Перемена розовой окраски солей кобальта на голубую, зеленой соли никеля на желтую и т. д. зависит от той же причины. Будучи безводными, они имеют не тот цвет, который приобретают, образовав кристаллические соединения с водой.

Не думайте, однако, что кристаллы всех веществ содержат в своем составе воду. Большинство их кристаллизуется без ее участия, как и сама вода, образуя кристаллы снега, ни с чем не соединяется.

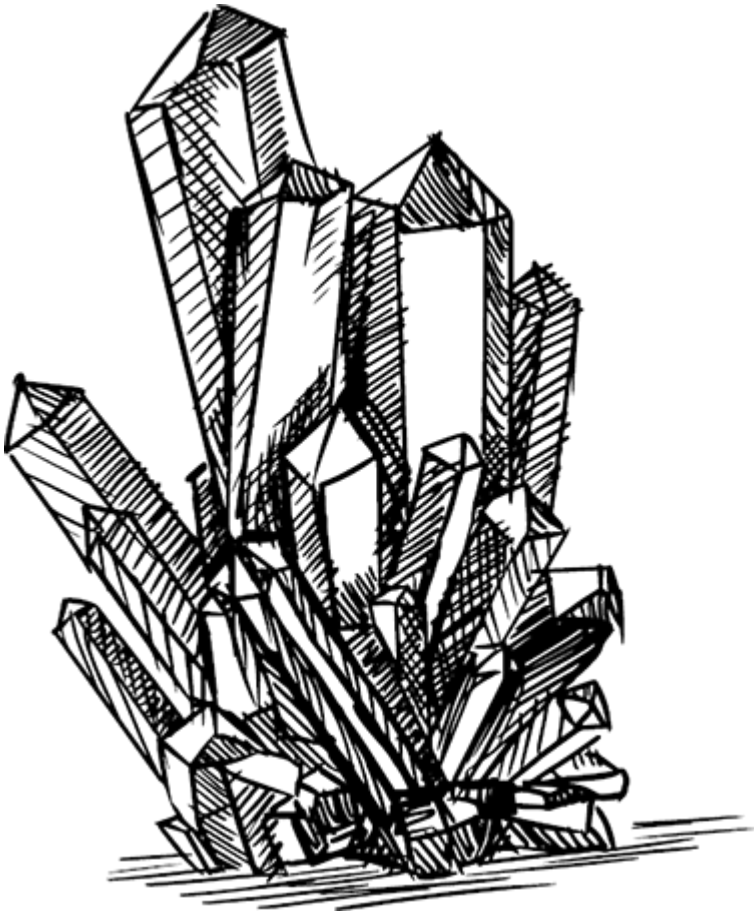
Медленная кристаллизация

У вас должны были сохраниться правильно развитые кристаллики каких-нибудь квасцов. Заготовьте горячий раствор таких же самых квасцов, — скажем, калиево-алюминиевых, и подвесьте внутри его на тонкой нити один из ваших кристалликов. Верхний конец нити укрепите на стеклянной палочке, положенной на края широкогорлого сосуда с раствором.

Прикрыв сосуд листком бумаги от пыли, оставьте его дня на два в теплом месте, чтобы раствор остывал возможно медленнее. Пополняйте в дальнейшем воду, по мере ее испарения, и поддерживайте начальную концентрацию раствора приливанием крепкого раствора тех же квасцов.

Кристалл будет расти все больше и больше.

Опыт неэффектный и займет у вас очень много времени, так… примерно, до полугода. Но растим же мы годами цветы, птиц и животных, — почему бы не затратить нескольких месяцев на выращивание кристалла размером по его продольной оси хотя бы сантиметров в 5–6?

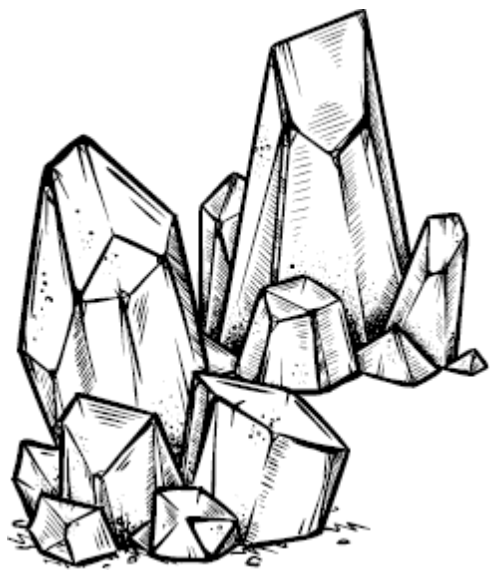


А чтобы конечный результат неэффектного опыта оказался эффектным и чтобы несколько разнообразить работу над выращиванием кристалла-великана, воспользуйтесь свойством близких по химическому составу веществ давать кристаллы одинаковой геометрической формы и изготовьте не просто крупный кристалл, хотя бы калиево-алюминиевых квасцов, а еще и сложный.

Когда этот белый кристалл достигнет, скажем, размера, равного по продольной оси одному сантиметру, опустите его осторожно в раствор зеленых железных квасцов. Вы увидите, что ваш белый кристалл в таком растворе постепенно покроется слоем зеленых железных квасцов. Когда размер кристалла увеличится до двух сантиметров, перенесите его в темно-фиолетовые хромовые квасцы и т. д. в любом порядке и столько раз, насколько хватит терпения. Распилив лобзиком полученный сложный кристалл, можете удивить им товарищей. В нем белый, зеленый и темно-фиолетовый слои будут сменять друг друга.

О солях в природе и в технике

Воды залива Кара-Бугаз (Каспийского моря) содержат в растворе минерал, носящий название «чудесный» (мираболит). Это, так сказать, минерал сезонный, то появляющийся, то исчезающий. По химическому составу это сернокислый натрий, выкристаллизовывающийся с 10 молекулами воды. Зимой воды залива стынут, мираболит выпадает из раствора и весенними бурями выбрасывается на берег. Как груды снега сверкает белая соль на солнце. Но солнце быстро прогревает неглубокие воды залива, и их волны «слизывают», вновь растворяют залежи мираболита.



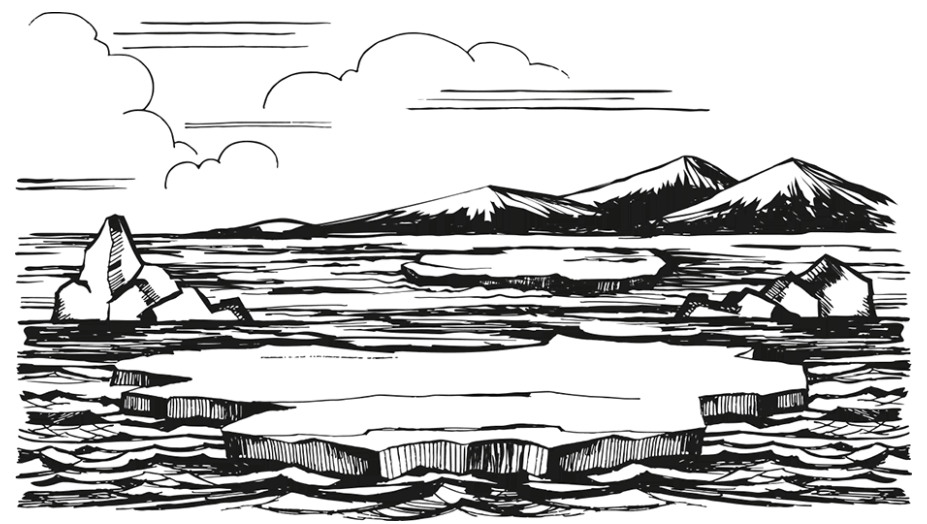
Пользуясь временем, пока соль еще не смыта водой, ее собирали и везли за тысячи километров сначала караванами верблюдов, потом по железной дороге на заводы для переработки.

На богатства Кара-Бугаза еще в 1918 г. обратил внимание Ленин, и теперь в некогда бесплодной пустыне растет индустриальный центр, вырос и расширяется химический комбинат, перерабатывающий мираболит и ряд других ценных ископаемых, добываемых тут же поблизости.

Разностью растворимости при различных температурах пользуются у нас для эксплуатации поваренной соли наших многочисленных соляных озер, для получения ее испарением воды соляных источников и вымораживанием воды северных морей.

В технике эта разность используется для отделения солей разной растворимости из их смешанного раствора. При понижении температуры последнего из него сначала выкристаллизовываются труднорастворимые соли, а легкорастворимые остаются в маточном растворе.

Наша страна необычайно богата природными источниками технически применяемых солей. Что нигде нет такого количества поваренной соли (каменной, в соляных озерах и источниках), это знали даже во времена царизма. Но вот, например, калиевые соли в прежнее время выписывались из Германии, а их месторождения у нас, оказывается, тоже являются богатейшими в мире. Вблизи Соликамска найдены и широко эксплуатируются месторождения калиевых солей.



А в Сибири у нас имеются озера с самородной содой, количество которой так велико, что ежегодно ее можно добывать больше, чем сейчас на заводах готовится из поваренной соли. Там же имеются озера с глауберовой солью. Интересно отметить, что еще в 1784 г. Лаксман применял сибирскую глауберову соль для варки стекла вместо соды. В Сибирь он был послан в качестве пастора, но, будучи по натуре естествоиспытателем, он от этой профессии вскоре отказался, занявшись исследованием природных богатств Сибири. Многие из них долгое время оставались неизвестными.

Таковы, например, богатейшие и разнообразнейшие месторождения полезных ископаемых Кольского полуострова. Здесь, в первую очередь, надо отметить положительно неисчерпаемые источники апатито-нефелинов.

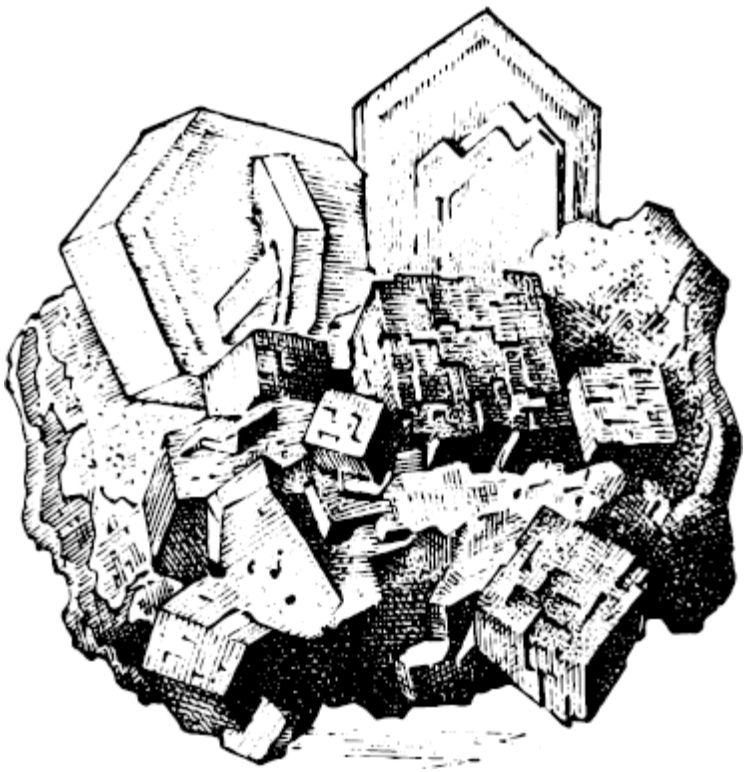
Вот что говорит об апатитах один из современных писателей:

«А. Н. Лабунцев, производивший изыскания на Кольском полуострове, решил попутно исследовать и гору Расвум-чарр, на вершине которой он подозревал наличие некоторых редких минералов. Забрав молотки, зубила и прочий несложный инструмент, геолог забрался на ровное плато, расположенное на высоте 900 м над уровнем моря. Плато оказалось усеянным крупными глыбами незнакомого ему камня. Отколов несколько кусков, геолог с недоумением ощупал необычайный минерал, рассыпчатый и белый.

Неужели апатит?

По прибытии в Ленинград, а потом в Москву, ученый прочел ряд докладов. Привезенные им образцы породы показали ошеломляющие результаты.

Таинственный камень оказался апатитом, не знающим себе равного в мире минерала по содержанию фосфорной кислоты. Лучшие фосфориты Марокко оказались в два раза хуже хибинских».



О нефелине тот же писатель пишет следующее: «Нефелин представляет собою мутный, обычно серый, полупрозрачный твердый камень, а по составу напоминает полевые шпаты, которые идут на получение фарфора и фаянса. Но он обладает

своеобразным свойством: он необычайно легко разлагается даже слабыми кислотами. Нефелин завоевывает почетное место в стекольной, керамической, химической, металлургической, сельскохозяйственной, кожевенной, ультрамариновой и прочих видах промышленности. Нефелин — богатейший по применению в промышленности материал. При варке стекла нефелин заменяет собою дефицитные соду и сульфат. В керамической промышленности он вполне заменяет полевой шпат. Нефелин является также весьма ценным объектом для извлечения из него кремнезема и щелочей. Сода и поташ, которые могут быть приготовлены из нефелина, играют в химической промышленности столь же важную роль, как глина в керамической промышленности или каучук в резиновой. Наконец, из чистого глинозема, то есть окиси алюминия, можно получить металлический алюминий, а из нефелинового сиенита — прекрасный, глубокого синего цвета ультрамарин. Не буду уже говорить о дублении подошвенной кожи нефелином, о получаемом из него титано-магнетите, идущем на изготовление белой, заменяющей свинцовые белила краски, о получаемом из нефелина ванадине…»

Все многообразные применения апатито-нефелиновых хибинских залежей в настоящее время используются. Не малая часть добычи экспортируется за границу. А раньше фосфориты ввозились из-за границы.

В 1929 г. Сергей Миронович Киров заложил первый камень приполярного города Хибиногорска, ныне носящего имя Кирова и имеющего уже свыше 500 000 жителей и крупные химические заводы, перерабатывающие апатито-нефелины и другие природные богатства Кольского полуострова.

И это там, где еще недавно была безлюдная тундра!

Зимний сад… летом

Кристаллы воды, когда они в виде инея покрывают зимой деревья в садах и лесах, так красивы каждый в отдельности и такую чудную картину образуют в целом, что можно только пожалеть о нашем неумении воспроизвести ее по желанию.

А впрочем, разве для химика есть что-либо невозможное! Целый сад мы инеем в жаркий летний день не покроем, — это обошлось бы слишком дорого, — но несколько веточек остролистника или хвойных кустарников и деревьев сможем покрыть нежными белыми кристаллами, которые дадут нам впечатление инея.

Химический иней

Поместим сорванные ветви под стеклянный колпак. Как я не раз говорил, им может служить бутылка с отрезанным дном.

Колпак поставим на доску с прорезанным в середине ее отверстием, в которое вставим фарфоровую чашечку.

В чашечку насыплем горсть бензойной кислоты; под чашкой зажжем спиртовую лампочку.

При 120° бензойная кислота плавится, при 250° испаряется, и ее пары, наполнив колпак, осаждаются мелкими бесцветными кристалликами на ветвях и хвое растений. Уберите лампочку, закройте отверстие колпака пробкой и осветите картину «зимнего леса», выставив колпак на солнечный свет.

Сад химика

Химик может не только среди лета воспроизвести картину зимнего сада, покрытого инеем, — он может вырастить чисто «химический сад», не нуждаясь для этого ни в семенах, ни в саженцах растений.

Выращивается, однако, такой сад не на воздухе. Для растений, в нем произрастающих, нужна не углекислота, а другая питательная среда. Наоборот, все кислоты, даже следы их, гибельны для такого «сада».

Выращивается он в стекле.

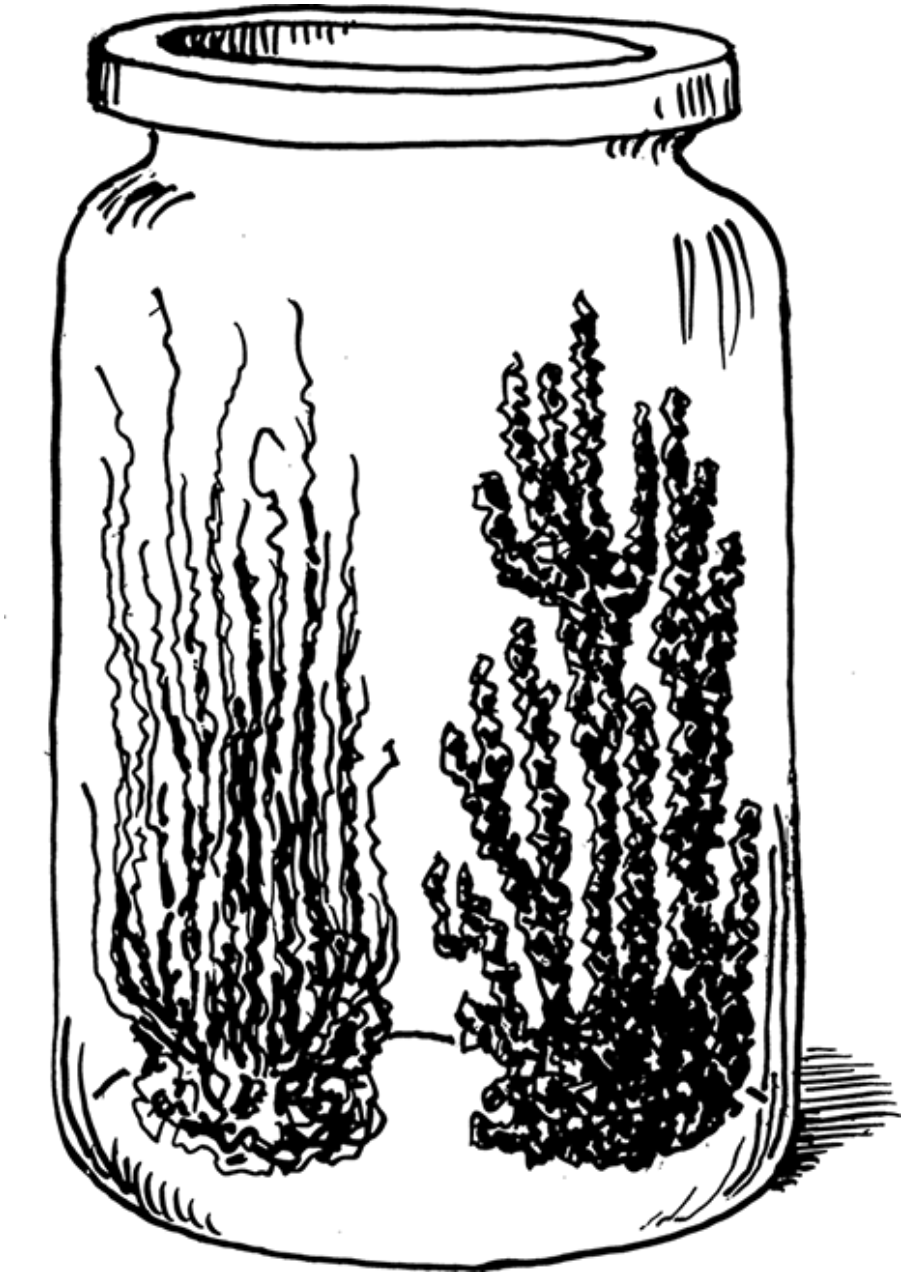
— На стекле?

Нет, именно в стекле. Только в жидком, в так называемом растворимом стекле.

Бывает и такое стекло. Обыкновенное хорошо вам известное стекло с химической точки зрения — соль, хотя и нерастворимая или, говоря вполне точно, в высшей степени трудно растворимая в воде. Варится стекло чаще всего из песка (а песок — это кремнезем, ангидрид кремневой кислоты), соды и извести.

Попутно надо сказать, что и такое стекло при очень продолжительном кипячении в горячей воде частью переходит в раствор. Это доказал Левуазье, опровергнув мнение своих современников, утверждавших, что при многодневном кипячении воды из нее выделяется какое-то новое землистое вещество. Взвесив это вещество, он нашел, что вес его равен разности весов стеклянного сосуда до и после опыта. Ясно, что и получилось оно не из воды, а из материала сосуда.

Сплав кремнезема с едким натром дает стекло, легко растворимое в воде и очень легко разлагаемое кислотами. В виду последнего, материалы для нашего химического сада должны быть совершенно чистыми, иначе, предупреждаю заранее, ничего из этого опыта не выйдет.



Купив силикат натрия уже в растворенном виде, слейте его в широкую банку из-под варенья из бесцветного стекла и бросьте в жидкость крохотный кристаллик медного купороса. Упав на дно, он вскоре покроется пленкой, которая в непродолжительном времени образует почки, а из этих почек начнут расти голубые травинки. Ими можно засеять все дно банки; это будет газон голубой «химической травы». На Земле, правда, такая трава не

встречается, но, быть может, что-нибудь в этом роде растет на других планетах…

Кристаллик железного купороса дает извивающиеся черные ветви; никелевого — ярко-зеленые, почти прямые стволики; азотно-кислый кобальт разовьется в синие ползучие растения и т. п.

Сулема (хлорная ртуть) — сильный яд, так что брать ее для этого опыта отнюдь не следует, а это отчасти жаль, так как она дает очень красивые оранжевые «растения».

Когда деревья «вырастут», можете очень осторожно слить раствор стекла. Сад будет оставаться таким же, как получился, и в воздухе; воздух был непригоден только для периода развития химических трав и деревьев.

А растут они вот почему: в растворе жидкого стекла кристаллики солей тяжелых металлов покрываются тонкой пленкой их кремнекислых соединений. Сквозь эту пленку диффундирует (проникает) вода и растворяет часть кристаллика. Пленка, не выдержав напора изнутри, где-нибудь лопается, растворившаяся соль тяжелого металла вытекает в отверстие и тотчас в свою очередь покрывается пленкой кремнекислой соли. Процесс этот может повторяться несколько раз, и тогда «химическое растение» ветвится.

Растворимое стекло представляет не единственную «питательную среду» для химических растений.

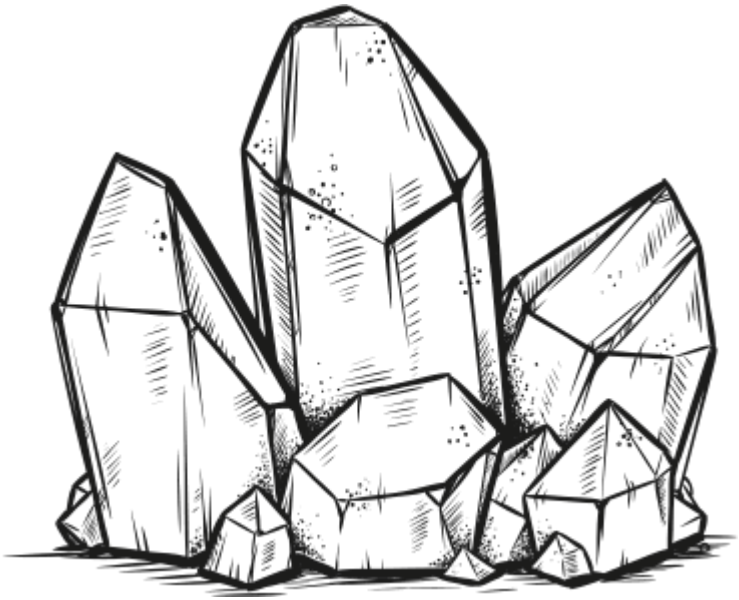
Заменив его крепким раствором желтой кровяной соли (железисто-синеродистый калий), можно из солей тех же металлов вырастить в этом растворе растения других «семейств», не похожие на прежние.

Так, кристаллик медного купороса, дающий в растворимом стекле голубую травку, в кровяной соли развивается в красно-бурое деревцо, по началу стелящееся по дну банки, а затем вырастающее до самой поверхности раствора. Наоборот, азотно-кислый кобальт дает в этом растворе низкую траву.

Чем не аналогия с биологическим законом приспособляемости организма к окружающей среде?

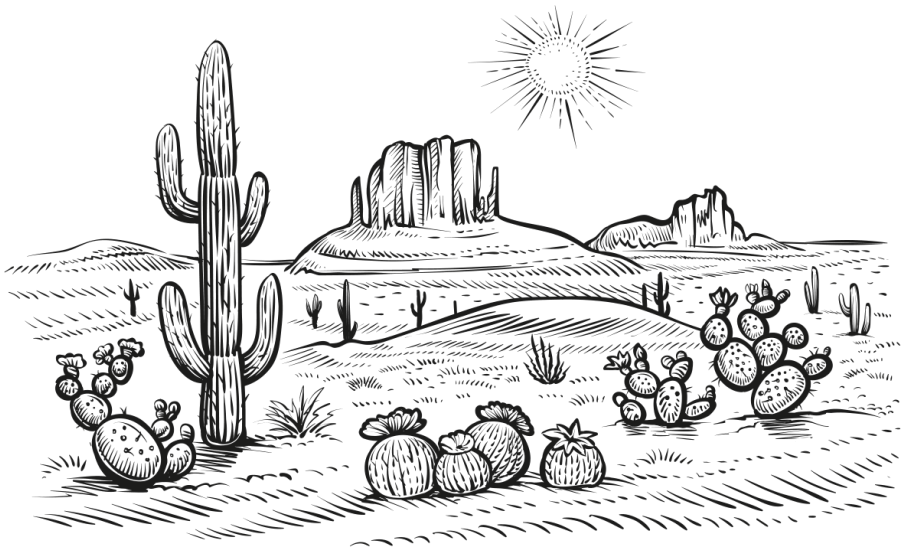
Но, конечно, химические «растения» отличаются от настоящих: семян они не дают, клеток органических не имеют.

Словом, они не живые!



Химические шутки

Как сварить яйцо без огня

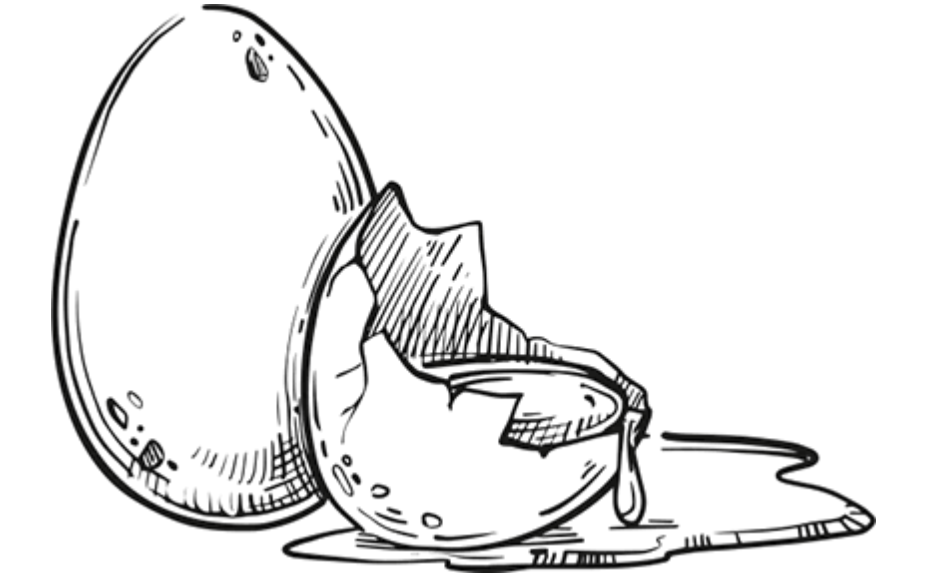


В самом деле, как же это сделать?

Говорят, что в Сахаре и других тропических пустынях достаточно положить яйцо в песок, чтобы оно испеклось. А как же в нашем климате сварить его хотя бы всмятку, не разводя огня?

Это кажется невыполнимым.

Между тем это очень просто: положите яйцо в глиняный горшочек с негашеной известью и облейте водой. Смесь настолько нагреется, что избыток воды закипит. Дав извести остыть, выньте яйцо из горшка, разбейте скорлупу — и увидите, что ваш завтрак готов.

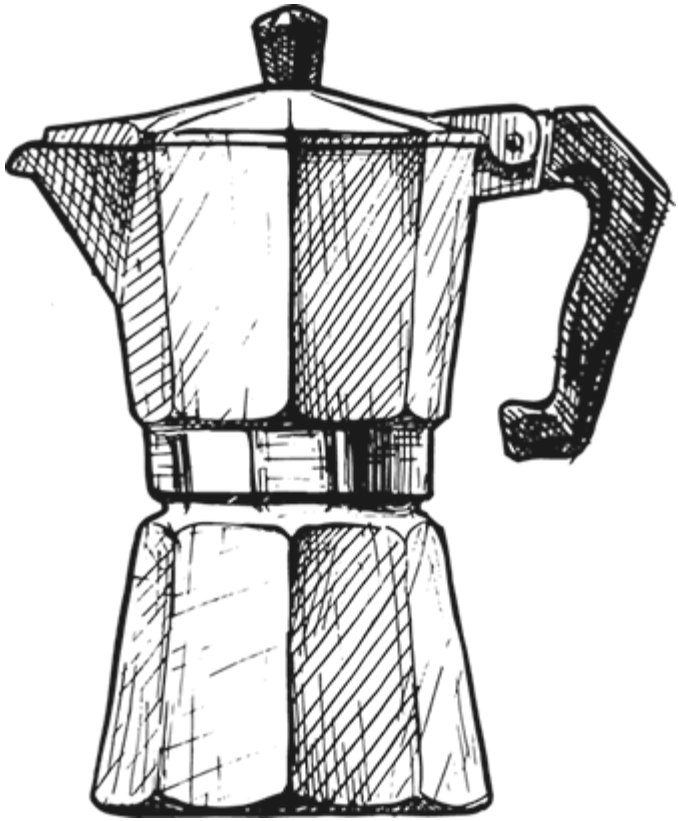


Многим это покажется удивительным, а право же оно не более удивительно, чем обыкновенный способ варки яиц, или вернее, чем получение нужной для этого высокой температуры путем горения топлива. В обоих случаях мы используем выделение тепла при химических реакциях.

В данном случае это выделение происходит от присоединения к извести (окиси кальция) воды и обращения ее в гашеную известь (гидрат окиси кальция).

Эта реакция недавно нашла применение в самонагревающихся консервах. Их банка имеет двойные стенки, между которыми, разделенные перегородкой, находятся негашеная известь и вода. Поворотом специального ключа можно установить сообщение между известью и водой и тем нагреть содержимое внутренней банки.

Кстати сказать, на возможность такого использования тепла, развиваемого гашением извести, указал чуть не 100 лет тому назад автор научно-фантастических рассказов, известный американский писатель Эдгар По. В рассказе «Небывалый аэростат» приводится перечень предметов в гондоле аэростата, «включая кофейник с приспособлениями для варки кофе посредством гашеной извести, чтобы не разводить огня, если это окажется неудобным».



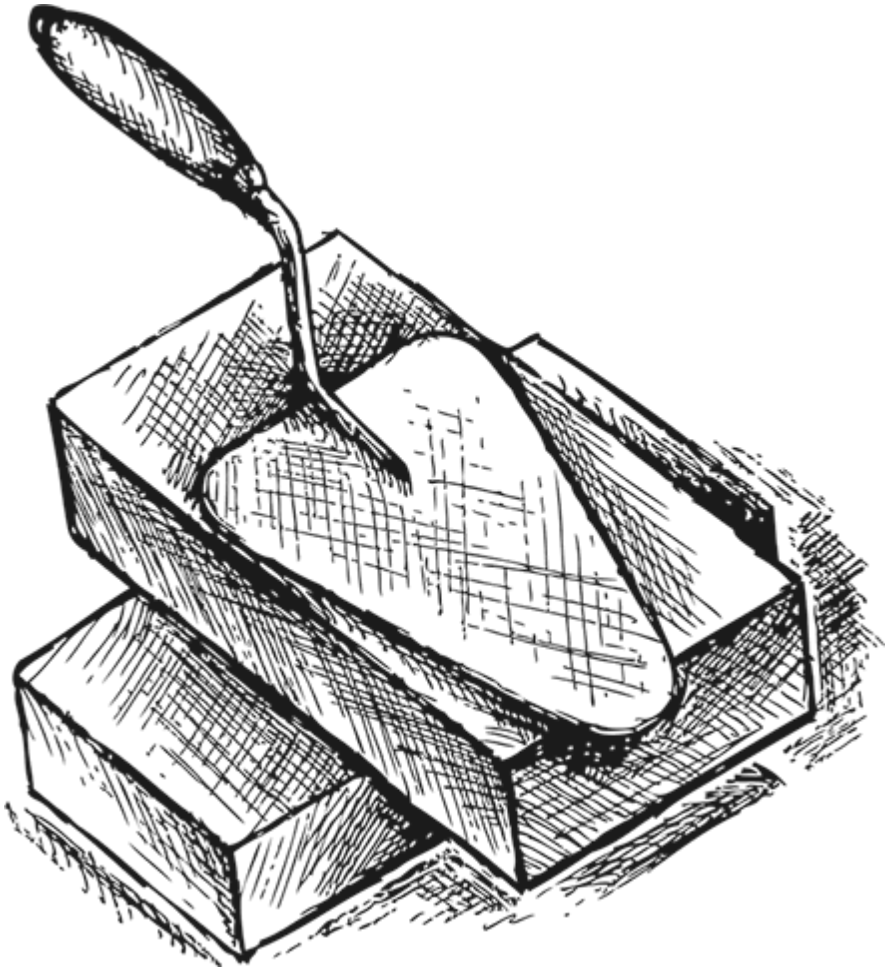
Напомним, что все без исключения химические реакции либо сопровождаются выделением энергии (горение хотя бы водорода в кислороде), либо требуют притока энергии извне (разложение воды на водород и кислород). Заодно отметим, что если при реакции выделяется тепло, то обратная реакция требует его притока, как это видно из нашего примера, и наоборот.

Что касается соединения извести с водой, то эта реакция заслуживает отдельного маленького рассказа.

Рассказ о «неблагонравном мальчике»

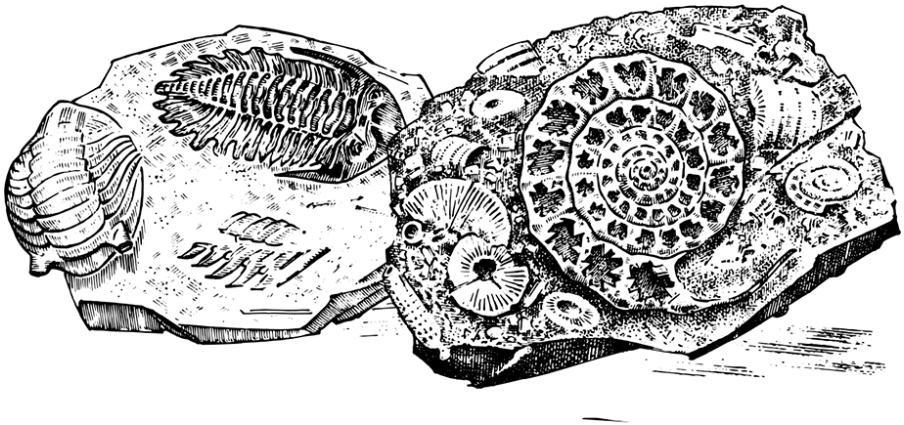
«Один дурной мальчик взял без спросу кусок негашеной извести и спрятал его за пазуху. Спасаясь от преследователей, он попал в воду. Известь нагрелась и причинила ему сильные ожоги. Мораль: не следует брать ничего без спросу».

Этот рассказ я прочел свыше пятидесяти лет тому назад в одной «нравоучительной» книжке и, каюсь (дело прошлое), на его мораль не обратил внимания, а поразился сказанным: известь от воды нагревается. Решив проверить такой любопытный факт, я отправился на ближайшую постройку и столь же «неблаговидно» приобрел там нужный для опыта реагент. Опыт удался блестяще: вода, налитая на известь, закипела. Потом я видел, как каменщики «гасят» известь, как смешивают ее с песком и на полученной кашице (каменщики зовут ее «раствором») складывают из кирпичей стену. С течением времени, как известно, эта кашица так твердеет, что сама превращается в камень.



Все это дело обычное, но с химической стороны весьма поучительное, так как сопровождается прелюбопытнейшим «коловращением веществ».

Помните, герой «Мертвых душ» Павел Иванович Чичиков говорил о пользе наблюдения «коловращения людей»? Не менее поучительно оно и для химических соединений.



Я уже говорил, что угольный ангидрид из воздуха поглощается водой океанов и там улавливается организмами, входя в виде углекислой извести в состав их наружного скелета. Через миллионы лет известняки, образовавшиеся из остатков этих организмов, становятся частью суши. Обжигая их в специальных печах, люди разлагают углекислую известь и угольный ангидрид, уходящий опять в атмосферу или собираемый и утилизируемый для технических целей. Гашеная же известь в постройке снова поглощает из воздуха угольный газ и превращается в камнеподобную углекислую известь, выделяя при этом воду. Оттого-то и бывает первое время сыро в недавно отстроенных и оштукатуренных домах. Песок к известковому цементу прибавляется для большей пористости последнего, чтобы в него легче проникал воздух.

Как видно, наша химическая шутка наводит на далеко не шуточные рассуждения о вечном круговороте веществ в природе.

Что написано пером…

Величайший русский химик Дмитрий Иванович Менделеев рассказывал однажды:

«Еду я в Москве как-то на извозчике, а навстречу нам полицейские ведут кучку каких-то жуликов. Извозчик мой оборачивается и говорит: „ишь, химиков повели“».

Не знал простак, что он вез одного из величайших в мире химиков, только не в том смысле, как он понимал это слово…

Бывают, не скрою, и между химиками «химики».

Один из таких лондонских «химиков» так умело подписал вексель, выданный им своему кредитору, что у того в руках оказался чистый вексельный бланк.

Дело в том, что хотя написанное и нельзя, по пословице, «вырубить топором», но иногда можно… смахнуть носовым платком, как мел с классной доски.

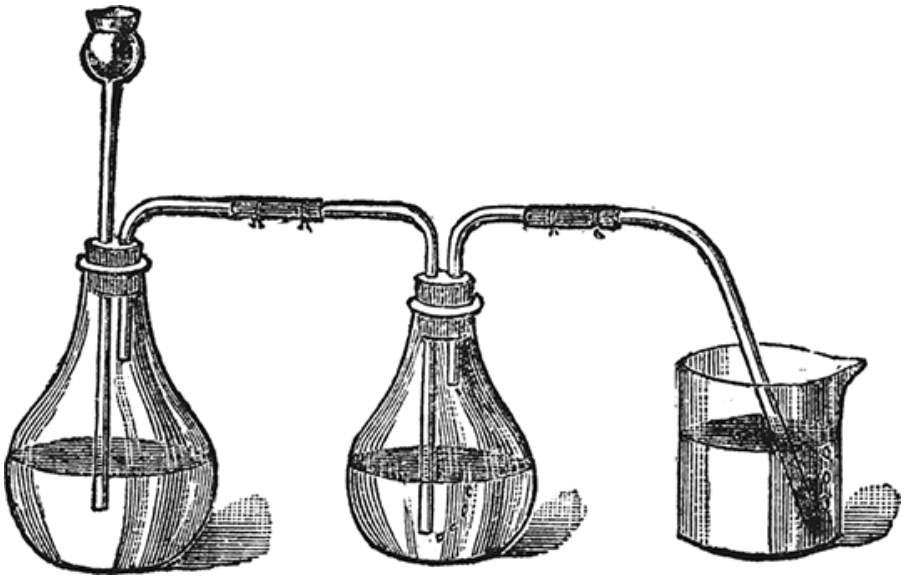
Простейшие из таких нацело исчезающих чернил можете приготовить, размешав в воде крахмал до густоты сливок и прилив к смеси йодной тинктуры. Вы уже знаете, что в одной капле йода крахмал синеет. Прилейте их несколько, и цвет раствора станет почти черным, а написанное им — темно-коричневым.

Когда такие «чернила» высохнут, смахните их платком: написанного как не бывало!

Уверен, что никто из вас не использует знания этого факта для каких-либо неблаговидных целей, да и современная научная экспертиза сделала такие успехи, что и в этом случае сможет восстановить следы написанного. Оттого и открываю вам этот секрет.

На этом мы с вами и покончим знакомство с химией как с источником занимательных развлечений, хотя источник этот нами далеко не исчерпан.

Заключение



Что же вы узнали, прочтя эту книжку и проделав хотя бы часть описанных в ней опытов?

Подведем итог.

Вы узнали, что такое химия, чем она занимается, какие многочисленные приложения во всех отраслях человеческой деятельности она имеет.

Вы ознакомились с двумя важнейшими законами химии: с законом неуничтожаемости вещества и с законом постоянства состава. Последний из них («вещества соединяются друг с другом в определенных весовых отношениях») выяснил вам разницу между химическим соединением и простой смесью веществ.

Вы ознакомились с некоторыми химическими элементами и со многими соединениями их, главным образом с солями, кислотами и основаниями. Вы узнали многие из их свойств и их применения в практике, в том числе и в обыденной жизни.

Проделывая описанные в книжке химические опыты, вы приобрели некоторые практические навыки в обращении с химическими реактивами и лабораторной аппаратурой, развили в себе аккуратность, осторожность и внимательность.

Что же, все это не плохо, все это вам пригодится, когда вы теперь приступите к систематическому изучению химии. Думаю, что после знакомства с моей книжкой химия не покажется вам сухой, скучной и далекой от жизни наукой.

Желаю же вам, товарищи, успехов в ее изучении!

Что должен знать каждый, желающий самостоятельно проделать опыты, описанные в этой книжке

Он должен знать:

- как гнут и тянут стеклянные трубки,
- как разрезают бутылки,
- как нагревают, кипятят и выпаривают жидкости,
- как обращаются со спиртовой лампочкой,
- как измельчают и растворяют твердые вещества,
- как фильтруют растворы.

Кроме того, он должен уметь обращаться с ядовитыми и огнеопасными веществами и знать, чем пособить себе в несчастном случае.

Как гнуть и тянуть стеклянные трубки

Держа трубку в пламени спиртовой лампочки в месте его наивысшей температуры, т. е. приблизительно на двух третях его высоты, все время вращают трубку, чтобы она нагревалась равномерно. Почувствовав, что стекло размягчилось, трубку медленно и не нажимая на нее сильно руками сгибают под желательным углом или дают ей согнуться самой.

Правильно согнутая трубка не должна суживаться в месте перегиба.

Чтобы оттянуть конец трубки и получить узкий конец с небольшим отверстием, размягчают трубку в намеченном месте, как и при изгибе, и растягивают ее в стороны.

Дав остыть, быстрым движением ломают трубку, после чего слегка оплавляют острые края излома или, если это нужно, заплавляют отверстие.

Режут трубки острым краем трехгранного напильника, намечая им кольцо вокруг трубки и несколько углубив надрез в одном месте. Держа надрез углубленным местом вверх и для безопасности обернув натуго трубку полотенцем, быстро ломают ее. Острые края затупляют напильником или оплавляют в пламени спиртовой горелки.

Как разрезать бутылку

Существует несколько способов разрезки толстостенных бутылок и отрезки у них дна для обращения бутылки в стеклянный колокол или колпак. Одним из лучших будет следующий.

Отступив на два миллиметра от намеченной линии, по которой должна быть разрезана бутыль, обвертывают ее полосками пропускной бумаги шириной в 2–3 сантиметра, накладывая их одну на другую, пока толщина всего кольца не достигнет трех-четырех миллиметров. Таким же кольцом окружаем бутылку с другой стороны линии разреза, также отступив от нее на два миллиметра; между кольцами, следовательно, должен образоваться промежуток шириной в 4 миллиметра.

Полоски привязывают сверху нитью или тонкой проволокой и промачивают насквозь водой. Надрезав напильником бутылку по

окружности в середине между полосками бумаги, подносят ее к лампе и нагревают царапину, медленно вращая бутылку.

Если при этом бутылка не лопнет сама по месту надреза, то к горячему еще стеклу прикасаются в одной из точек надпиленной окружности холодным железным стержнем.

Острые края разреза опиливаются полукруглым напильником, смачиваемым керосином.

Как нагревать, кипятить и выпаривать жидкости

Небольшие количества жидкостей нагревают прямо в пробирке на огне, держа пробирку несколько наклонно и все время вращая, чтобы она нагревалась равномерно. Большие количества нагревают и кипятят в колбах или тонкостенных стаканах, прикрывая последние, чтобы жидкость не разбрызгивалась, куском листового стекла, положенного на стеклянных палочках.

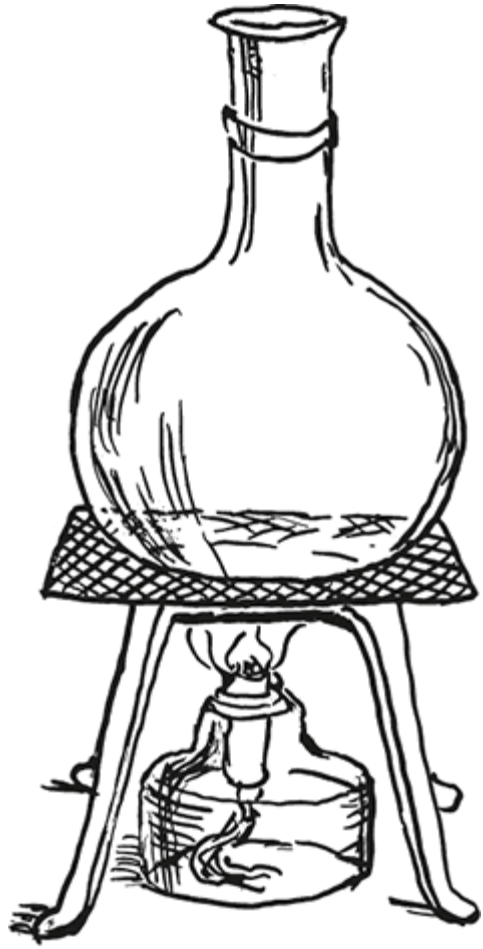
Выпаривание с той же предосторожностью производится в фарфоровых чашках.

Колбы, чашки и стаканы ставят на медную или асбестированную сетку на треножнике, под которым ставят спиртовую лампочку.

Нагревание не свыше точки кипения воды ведут в ее парах, ставя нагреваемую посуду над кастрюлькой с кипящей водой.

Нагревание спирта и других огнеопасных жидкостей производится опусканием содержащего их сосуда в теплую воду.

Не допускается нагревание, а тем более выпаривание растворов, содержащих летучие кислоты (уксусную, азотную, соляную), в комнатах, а только на открытом воздухе или перед вытяжным колпаком.



То же самое относится ко всем случаям, когда нагревание сопровождается выделением вредных для дыхания газов.

Если нагревание вызывает слишком бурную реакцию, то лампочку отставляют по временам в сторону.

Как обращаться со спиртовой лампочкой

Лампочка, как и всякая химическая посуда, должна содержаться в полнейшей чистоте. Если она будет обрызгана какой-нибудь кипящей жидкостью, ее следует тотчас же загасить и насухо вытереть тряпкой; если жидкость попала на фитиль, его заменяют новым.

Никогда не заполняют лампочку спиртом, не загасив ее предварительно. Гасят, покрывая фитиль колпачком, а не задувая. Фитиль всегда должен касаться дна лампочки. Пролитый и загоревшийся спирт гасят, засыпая песком.

Как измельчать и растворять твердые вещества

Твердые вещества, как растворимые, так и нерастворимые, купленные в больших кусках, измельчают ударами молотка, обернув в белую фильтровальную бумагу, чтобы не допустить разбрасывания осколков. Дело не столько в экономии, сколько в нежелательности потери даже ничтожного кусочка какой-нибудь не безразличной для здоровья соли.

Мелкие куски толкутся, вернее, растираются в совершенно чистой фарфоровой (но не металлической!) ступке, таким же чистым фарфоровым пестиком.

Особенно внимательно следует производить эту операцию с веществами, взрывающимися при ударе или в смеси с другими веществами, например, при измельчении бертолетовой соли.

Растворяют обращенные в порошок твердые вещества, ссыпая их с листа бумаги в колбу, которую держат наклонно.

Большинство веществ лучше растворяется при нагревании или в нагретом предварительно растворителе. Для ускорения растворения полезно помешивать растворяемое вещество совершенно чистой стеклянной палочкой.

Как фильтровать растворы

Вырезав кружок фильтровальной бумаги так, чтобы его радиус был несколько меньше, чем образующая конуса воронки, складывают его вчетверо по двум взаимно перпендикулярным диаметрам. Для более быстрого фильтрования кружок складывают наподобие бумажного веера. Горячие жидкости фильтруются скорее холодных, но в первые моменты осадок при этом проходит сквозь фильтр, так что фильтрат (процеженный раствор) приходится при этом сливать обратно в воронку. Фильтр должен плотно прилегать к стенкам воронки, что достигается пропусканием через фильтр до начала фильтрования небольшого количества горячей воды. Фильтруемую жидкость, раньше чем слить в воронку, надо хорошенько взболтать. Сливают взболтанный раствор по стеклянной палочке.

Когда не гонятся за полнотой отделения осадка от фильтрата, то дают смеси устояться, осадку осесть на дно и осторожно сливают с него жидкость.

Как обращаться с огнеопасными веществами

Главное правило: никогда не забывать об их огнеопасности.

Не зажигать горючие газы, не убедившись в их чистоте, во избежание взрыва их смеси с воздухом. Опыты сожжения таких газов и взрывов небольших количеств смеси их с воздухом проделывать не в непосредственной близости к прибору, в котором получается огнеопасный газ, а как можно от него подальше.

Сосуды, в которых взрывают газы, должны быть не туго обернуты полотенцем. Отверстие сосуда должно быть направлено в сторону от экспериментатора и зрителей.

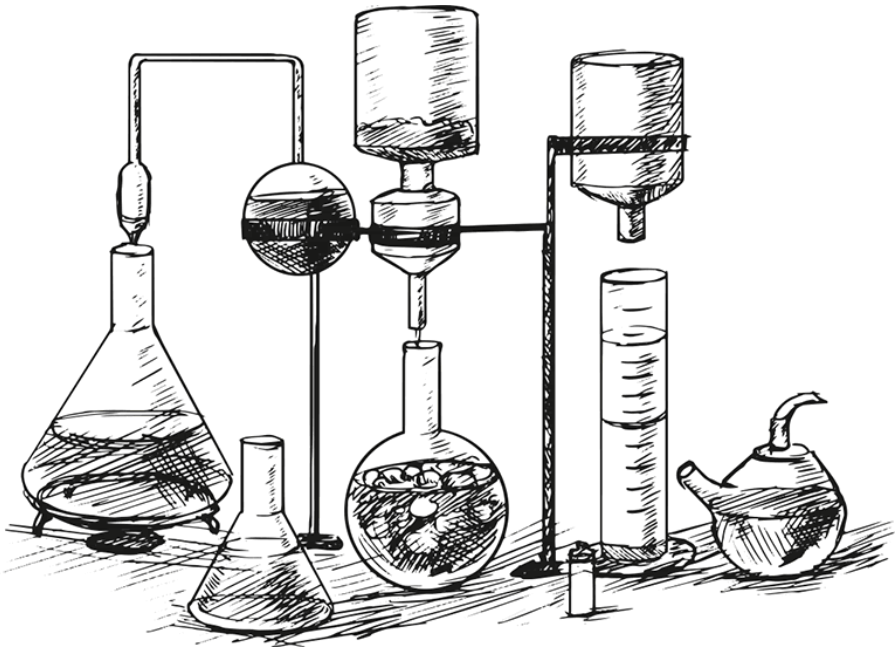
Не держать запаса огнеопасных жидкостей, манипулировать с минимально необходимым количеством их. Плотно закупоривать и отставлять подальше от лампы бутылку, из которой наполнялась лампочка горючим.

Не проделывать никаких опытов с эфиром в помещении с горящей лампочкой, свечой и т. п.

Загоревшиеся жидкости гасить песком.

Не держать в запасе никаких взрывчатых смесей твердых тел; приготовленные для опыта и почему-либо не израсходованные уничтожать.

Общие правила



Аккуратность, аккуратность и еще раз аккуратность — основа основ всех требований, предъявляемых к химику-экспериментатору.

Все приборы, химическую посуду, горелку, ящики, стол для опытов — словом, все, что составляет вашу импровизированную лабораторию, необходимо содержать в полной чистоте и строгом порядке.

Производимая вами химическая манипуляция может являться сюрпризом для зрителей, но печально, если она окажется дающей результат, неожиданный для вас самих… А это, конечно, может случиться, если вы перепутаете, например, требующиеся для опыта реактивы.

Не забывайте, что многие химические реакции, легшие в основу описанных на страницах этой книги развлечений, крайне чувствительны. Малейшие, не замеченные вами следы какого-нибудь вещества, оставшиеся в стакане или другой посуде от предыдущего — эксперимента, могут совершенно испортить весь эффект демонстрируемого вами опыта.

Мыть посуду следует горячей водой, насухо вытирать чистым полотенцем и после того ополаскивать дистиллированной или мягкой дождевой водой.

Пробирки, широкие трубы, горла колб, реторт и бутылок очищают при помощи круглых (точнее, цилиндрических) щеточек.

Трубки внутри очищаются проталкиванием сквозь них твердой проволокой (железным прутиком) кусочков мокрой фильтровальной бумаги.

Руки экспериментатора должны быть не только ловки, но и… совершенно чисты!

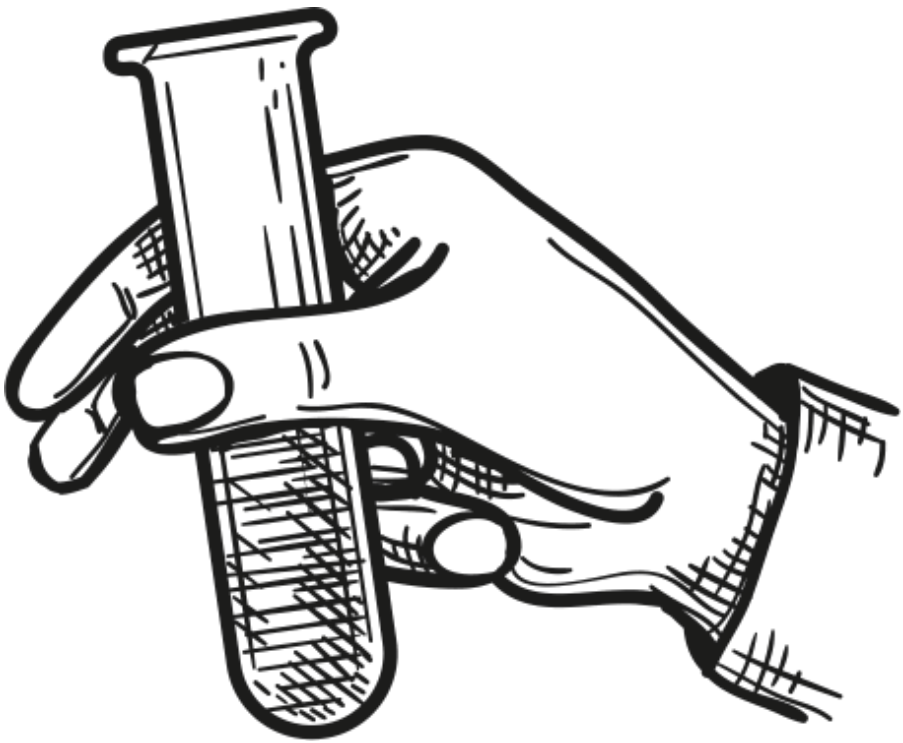
Не касайтесь руками употребляемых вами реактивов. Берите их из банок, если они в кусках или кристаллах, щипцами; если в порошке, высыпайте из банки на листок чистой фильтровальной бумаги и с нее прямо в горло колбы или в стакан, не пересыпая предварительно на ладони руки.

Еще раз напоминаю: беря склянку с соляной кислотой или

банку с порошком медного купороса, вы должны быть твердо уверены, что берете действительно соляную, а не азотную или серную кислоту, медный купорос, а не другую, схожую с ним по цвету соль и т. д.

Всякое вещество, применяемое вами в опытах, должно храниться в склянке, банке или коробочке с ярлыком, на котором должно быть четко написано название этого вещества.

Отсюда следствие: все реактивы должны быть совершенно чистыми и не содержать даже ничтожных количеств примесей, которые могли бы изменить результат взаимодействия этих реактивов друг на друга.



Если их не могут отпустить вам в аптеке или магазине с гарантией за их чистоту, лучше откажитесь от опыта, для которого они вам были нужны.

Не пытайтесь заменить одно вещество другим. Это допустимо только в некоторых случаях, и для такой замены нужно знать химические свойства данных веществ.

Общие правила предосторожности

Все нужные для опытов вещества храните в запертом на ключ шкафу.

Ничего не пробуйте на вкус!

Тщательно мойте руки после работы.

Не перемешивайте порошков рукой и не берите в руки никаких твердых соединений, не мочите рук в растворах и т. п. если на руках есть царапины или ссадины.

Тотчас по окончании опыта прячьте нужные в будущем неизрасходованные реагенты, а все ненужное уничтожайте, выливая в места, недоступные не только людям, но и домашним животным.

При соблюдении этих правил и самой педантичной аккуратности во всех ваших занятиях, опасность при пользовании веществами, даже опасными, названными в этой книжке, надо считать низведенной до минимума.

Основные химические законы

Закон сохранения материи. При всех химических превращениях веществ друг в друга их общее весовое количество остается неизменным. Вещества только меняют свои химические и физические свойства. Материя не творится и не уничтожается.

Закон сохранения энергии. Всякая причина, могущая произвести работу, называется энергией. Энергия не исчезает и не появляется сама собою. Во всех случаях проявления данного вида энергии она образуется из эквивалентного (равноценного) ей количества другого вида. При реакциях экзотермических химическая энергия взаимодействующих веществ полностью или частично превращается в энергию тепловую, при реакциях эндотермических для совершения их извне затрачивается тепловая энергия.

Закон постоянства состава. В определенных химических соединениях весовое отношение частей постоянно.

Закон кратных отношений. Если два тела образуют между собою несколько соединений, то, приняв весовое количество одного тела за величину постоянную, найдем, что весовые количества другого тела будут находиться между собою в простых кратных отношениях.

Закон Авогадро. В равных объемах газов при одинаковых физических условиях находится одинаковое число молекул.

Закон Авогадро — Жерара. Молекулы химических веществ, находящихся в газо- или парообразном состоянии, при одинаковых физических условиях занимают равные объемы.

Закон валентности элементов. Валентность (значность, атомность) есть способность атома элемента удерживать или замещать один или несколько атомов водорода, валентность которого (число единиц сродства) принята за единицу.

При соединении элементов единица сродства одного из них насыщается единицей сродства другого элемента. Так, кислород, будучи двувалентным, соединяется с двумя атомами водорода.

Эквивалентным весом (эквивалентом) элемента называется то его весовое количество, которое заменяет одну весовую единицу водорода. Для одновалентных элементов эквивалент равен их атомному весу, для двувалентных — половине, Вообще, эквивалент есть частное от деления атомного веса на валентность.

Закон Менделеева

Мы видели, что химические элементы делятся на металлы и металлоиды. Резкого разграничения в данном случае не имеется. Так, мышьяк и сурьма в чистом виде имеют свойства металлов, в соединениях — металлоидов. Йод и бром, будучи характерными металлоидами в чистом виде, способны в некоторых соединениях проявлять свойства металлов; хром и марганец в одних соединениях, как и в чистом виде, — резко выраженные металлы, в других — металлоиды.

Заметно также деление элементов на группы по сходству их свойств.

Менделеев, исходя из предположения, что свойства элементов находятся в зависимости от их атомного веса, классифицировал все известные в его время простые вещества, расположив их в виде особой таблицы. В современном, исправленном и дополненном, виде она приведена на следующей странице. Из нее видно, что свойства элементов находятся в периодической зависимости от их атомных весов. По мере количественного возрастания атомного веса изменяется качество элементов.

Ряды в пределах которых совершается последовательно изменение свойств элементов, Менделеев назвал периодами. В двух периодах — от щелочного металла лития до галлоида фтора и инертного газа аргона — находится по 8 элементов. Это малые периоды. В следующих двух — больших периодах, третьем и четвертом между щелочным металлом и инертным газом, расположено по 18 элементов, в третьем большом периоде — 32 элемента и в последнем периоде, незавершенном, — 6 элементов.

Большие периоды отличаются от малых не только тем, что в них большее число элементов, но и тем, что в них большинство элементов — металлы, и только в конце появляются металлоиды.

Большие периоды так же, как и малые, начинаются энергичными металлами, сходными с литием и натрием, но затем уменьшение металлических свойств и нарастание металлоидных идет медленно, и только в самом конце появляются металлоиды. Однако, в больших периодах есть одно свойство, по которому каждый большой период может быть разбит на две части, соответствующие малым периодам. Это валентность высших солеобразующих окислов.

Если мы проследим изменение валентности элементов больших периодов по кислороду, то найдем, что сначала эта валентность повышается от единицы до семи, после чего идут три

весьма сходных между собою элемента с одинаковой валентностью — восемь, а затем валентность падает до единицы и далее снова возрастает до семи, после чего падает до нуля.

Таким образом, оказывается возможным поместить элементы больших периодов под имеющими соответственную валентность элементами малых периодов, при чем получаются столбцы элементов с одинаковой валентностью.

В таблице имеется 10 рядов, причем в первом ряду стоят только два самых легких элемента — водород и гелий.

Перед каждым символом элемента поставлена цифра, — это нумерация элементов по порядку, в каком они следуют один за другим, — порядковые номера. Под названиями элементов помещены атомные веса.

Элементы в таблице образуют 9 столбцов или групп элементов с одинаковой валентностью. Последняя группа — группа инертных газов, не вступающих в соединения, обладающих «нулевой валентностью», обозначена нулем — нулевая группа.

Внизу таблицы даны типы соответствующих элементам групп высших солеобразующих окислов, при чем вместо знака элемента поставлена буква R, не являющаяся символом какого-либо определенного элемента. Ниже даны типы высших газообразных водородных соединений, известных только для IV–VII групп. Как видно из этих типовых формул, валентность элементов по водороду, с увеличением атомного веса, в горизонтальных рядах уменьшается. Например, хлор, семивалентный по кислороду, образует с водородом соединение типа RH, а именно хлористый водород. Здесь хлор одновалентен. Следует отметить, что сумма валентностей по кислороду и водороду оказывается постоянной и равна 8.

Когда Менделеев вырабатывал таблицу элементов, руководствуясь периодическим законом, ему было известно только 64 элемента, тогда как теперь мы знаем 92 элемента. Поэтому в первой таблице Менделеева оказалось много пустых мест, и между прочим там, где теперь стоят элементы скандий Sc (4-й ряд III гр.), галлий Ga (5-й ряд III гр.) и германий Ge (5-й ряд IV гр.).

В то время соответствующие элементы еще не были известны, а другие элементы, близкие по атомному весу, не могли занять указанных мест, так как не подходили к ним по своим свойствам и по типу соединений. Опираясь на периодический закон, Д. И. Менделеев в 1871 г. высказал убеждение, что должны существовать элементы, места которых указываются этими промежутками.

На основании точного знания свойств элементов, расположенных рядом с этими пробелами в вертикальном и горизонтальном направлениях, Д. И. Менделеев уже тогда определил возможные величины атомных весов этих элементов, а также указал, какими свойствами должны обладать сами эти элементы в виде простых веществ, какие соединения они могли бы образовать и какими свойствами эти соединения должны отличаться. Предсказания Д. И. Менделеева с полной точностью подтвердились. Недостающие элементы были открыты еще при жизни Менделеева.

Предсказание Менделеева о возможности открытия новых элементов с указанием их свойств часто сравнивают с другим научным «дальновидением» — с предсказанием астронома Леверье о существовании неизвестной планеты в нашей Солнечной системе. Действительно, такая планета, названная Нептуном, была открыта. Часто говорят, что Леверье открыл Нептуна «на кончике своего пера». С неменьшим правом можно сказать и о Менделееве, что он своим пером открыл все до него не бывшие известными элементы.

Перечень наиболее применяемых в технике элементов

Водород (H). Для наполнения аэростатов, для реакций восстановления, для крэкинга нефти, т. е. отделения от нее легкокипящих продуктов перегонки, для гидрогенизации твердого топлива («искусственная нефть» из каменного угля), гидрогенизации жидких жиров в твердые.

Гелий (He). Для наполнения дирижаблей (не горюч!) и газосвечных ламп (светит красным светом, проникающим через туман).

Аргон (Ar), Неон (Ne) и Криптон (Kr). Для газосветных ламп.

Углерод (C). В виде угля — как топливо; в виде графита — тигли, сухая смазка, карандаши, краски; в виде алмаза — для резки стекла, для наконечников буров, для шлифовки. В бесчисленных соединениях имеет разнообразнейшие применения. Например, в соединениях с водородом, как светильный газ, газообразное и жидкое топливо.

Азот (N). Газосветные лампы, азотирование стали, в синтезе аммиака и азотистых соединений. Соединения: вещества взрывчатые, удобрения, краски, пищевые вещества (так называемые белковые).

Кислород (O). Автогенная сварка в смеси с водородом и другими горючими газами, взрывчатый оксиликвит в смеси с угольной пылью, для дыхания в подлодках и гондолах стратостатов.

В соединениях с металлами — кислородные руды, краски, окислы, разнообразные применения в химпроизводствах и металлургии.

Кремний (Si). В соединении с кислородом (кремнезем); кварцевое стекло, для строительного дела (песок), в керамике, в стекольном производстве, для химической аппаратуры, в электротехнике (изоляторы), цементное производство, бетон и пр.

Фосфор (P). Спички, удобрения, отравляющие вещества, сплав с медью (фосфористая бронза).

Мышьяк (As). Отравляющие вещества, краски, лекарства.

Сурьма (Sb). Сплавы, краски.

Висмут (Bi). Легкоплавкие сплавы, краски, лекарства, керамика.

Сера (S). Серная кислота, сернистые краски, инзектотоксин (вещества, отравляющие насекомых и вообще вредителей).

Селен (Se). В электротехнике (меняет свою электропроводимость в зависимости от степени освещения, отсюда ранее применялся в телевизорах и т. п. устройствах).

Фтор (F). Для травления стекла, в электротехнике, в керамике, в металлургии.

Хлор (Cl). Беление, дезинфекция, отравляющие вещества, краски.

Бром (Br). Краски, лекарства.

Йод (I). Лекарства, краски.

Натрий (Na) и Калий (K). В фотоэлементах, в виде солей в химпроизводствах, в медицине, удобрения (селитры).

Медь (Cu). Применение общеизвестно, в соединениях — краски.

Серебро (Ag) и Золото (Au). Применение общеизвестно, в соединениях — в фотографии и стекольном производстве.

Магний (Mg). Для освещения, в соединениях (магнезиты) в строительном деле, в сплавах для легких металлов.

Кальций (Ca). В виде извести и известняков в строительном деле, для удобрений, в химических производствах и пр.

Барий (Ba). Для белил.

Ртуть (Hg). Краски, лекарства, в технике.

Алюминий (Al). В чистом виде присадка к стали и в сплавах в авиастроении и машиностроении, в соединениях для очистки воды (квасцы), в красильном деле, в химических производствах, в нефтяном деле и пр.

Олово (Sn). Посуда, паяние, легкоплавкие сплавы, в соединениях в керамике и красильном деле (белила).

Свинец (Pl). Водопроводное дело, химаппаратура, типографский и легкоплавкие сплавы, в соединениях краски (сурик для окраску металлических изделий, белила).

Хром (Cr). Для хромирования металлов, для изготовления Хромовой и нержавеющей стали, в соединениях в красильном деле и как окислитель (хромовый ангидрид) в химпроизводствах.

Вольфрам (W). В электротехнике (нити ламп), в металлургии для сверхтвердых сплавов.

Марганец (Mn). Присадка к стали, придающая исключительную прочность, в соединениях в красильном деле, как дезинфектор.

Железо (Fe). Применение в виде чугуна (сплав железа с углеродом и другими присадками) и различных сортов стали общеизвестно, в соединениях в красильном деле, как инзектотоксин, в медицине.

Никкель (Ni). Для никкелирования, присадка к стали для увеличения вязкости, в соединениях в красильном деле и для

изготовления красок.

Кобальт (Co). В последнее время для кобальтирования (покрытия слоем кобальта других металлов), в соединениях — как краски, для производства специальной стали.

Платина (Pt). Химическая аппаратура и лабораторная посуда, в электротехнике, соединения в фотографии. Губчатая платина в химпроизводствах, как абсорбирующее (сгущающее на поверхности газы) вещество.